

ZEITSCHRIFT

FÜR

BIOLOGIE

VON

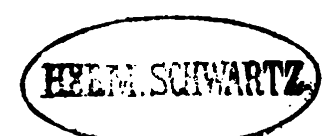
L. BUHL, M. v. PETTENKOFER, L. RADLKOFER, C. VOIT,

PROFESSOREN AN DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN.

II. BAND.

MÜNCHEN, 1866.

VERLAG VON R. OLDENBOURG.


HERM. SCHWARTZ

Inhalt.



Einige Angaben über die Blutkörperchen.

Von

C. F. Schönbein.

Bekanntlich besitzt auch das vollkommen entfaserte Blut in einem ausgezeichneten Grade das Vermögen, nach Art des Platins das Wasserstoffsuperoxyd zu katalysiren und ist von mir zu seiner Zeit gezeigt worden, dass dasselbe diese Eigenschaft den in ihm enthaltenen Blutkörperchen verdanke. Auch habe ich schon vor Jahren die Thatsache ermittelt, dass das gleiche Blut durch Eintrocknen sein katalytisches Vermögen nicht einbüsse und die wässrige Lösung desselben gleich dem frischen faserlosen Blute die HO_2-haltige Guajaktinctur zu bläuen vermöge.

Bei meinen neulichen Untersuchungen über das Cyanin[1]) habe ich Gelegenheit gehabt, zwischen der Lösung des bei mässiger Temperatur getrockneten entfaserten Blutes und dem frischen einen Wirkungsunterschied chemischer Art wahrzunehmen, den ich um so eher erwähnen möchte, als er vielleicht eine physiologische Bedeutung hat.

Nach meinen Versuchen verhält sich das Wasserstoffsuperoxyd gleichgültig gegen das Cyaninwasser (Wasser durch die alkoholische Lösung des Cyanins gebläuet), wie schon daraus erhellt, dass die Färbung dieser Flüssigkeit durch HO_2 nicht verändert wird, während der freie — oder (z. B. in PbO_2) gebundene ozonisirte Sauerstoff dieselbe beinahe augenblicklich zum Verschwinden bringt. Fügt

1) Das Cyanin ist ein blauer Farbstoff, der durch Behandlung der Verbindung von Leucolin oder Lepidin und Jodamyl mit Aetznatronlauge dargestellt wird und nach Nadler und Merz die empirische Formel $C_{64} H_{33} N_2 J$ hat. (Sitz.-Berichte der bayr. Academie 1865. II. Heft, 2, S. 79.)
D. Red.

man aber zu dem HO_2-haltigen noch deutlichst gefärbten Cyaninwasser eine verhältnissmässig nur sehr kleine Menge der Lösung getrockneten faserlosen Blutes, so entbläuet sich dasselbe zwar nicht augenblicklich, doch aber ziemlich bald, ohne dass die blaue Farbe der Flüssigkeit durch irgend ein Mittel sich wieder herstellen liesse, was mir zu beweisen scheint, dass unter den erwähnten Umständen das Cyanin zerstört werde.

Da diese Entfärbung des Cyaninwassers nur bei Anwesenheit von HO_2 eintritt und letzteres hierbei verschwindet, so liegt die Vermuthung nahe, dass die Zerstörung des genannten Farbstoffes durch das zweite Sauerstoffäquivalent des Wasserstoffsuperoxydes bewerkstelliget werde und die Blutkörperchen des eingetrockneten Blutes es seien, unter deren Einfluss der besagte Sauerstoff zur Oxydation d. h. Zerstörung des Cyanins bestimmt wird.

Das frische entfaserte Blut, ob für sich allein oder mit Wasser verdünnt dem HO_2-haltigen Cyaninwasser beigefügt, wirkt zwar auch entbläuend auf diese Flüssigkeit ein, aber ungleich langsamer, als dies die Lösung des getrockneten Blutes thut, wie daraus zu ersehen ist, dass von zwei gleichen Portionen desselben HO_2-haltigen Cyaninwassers diejenige, welche mit der Lösung des getrockneten Blutes vermischt worden, schon längst entbläuet ist, während die mit frischem entfaserten Blute versetzte Portion noch wenig verändert erscheint. Auf welchem Grunde der bezeichnete Wirkungsunterschied beruhet, weiss ich nicht zu sagen; jedenfalls beweist derselbe, dass beim Eintrocknen die Blutkörperchen eine Veränderung erleiden mit Bezug auf den Einfluss, welchen sie auf die chemische Thätigkeit des zweiten Sauerstoffäquivalentes von HO_2 gegenüber dem Cyanin ausüben. Diese Blutkörperchen wirken auf den besagten Sauerstoff kräftiger chemisch bethätigend ein, als dies diejenigen des frischen Blutes thun.

Die beschriebenen Versuche wurden mit entfasertem Ochsenblut angestellt und so oft mit gleichem Erfolge wiederholt, dass über den erwähnten Wirkungsunterschied beider Blutarten für mich kein Zweifel walten konnte. Es scheint mir nun wünschenswerth zu sein, dass auch mit dem Blute anderer Thiere und namentlich mit dem venösen und arteriellen des gesunden Menschen ähnliche

Versuche angestellt werden. Da es möglich ist, dass die Blutkörperchen in gewissen krankhaften Zuständen des Organismus anders als im gesunden sich verhalten, so möchte ich den Physiologen anrathen, sich des HO_2-haltigen Cyaninwassers zu bedienen, um mit Hülfe dieses Mittels vielleicht als Thatsache festzustellen, dass die chemisch-physiologische Wirksamkeit der Blutkörperchen mit gewissen Zuständen des Organismus sich verändern. Sollte es sich z. B. zeigen, dass frisches venöses oder arterielles Blut in bestimmten Krankheitsfällen eben so rasch als die Lösung des eingetrockneten normalen Blutes entbläuend auf das HO_2-haltige Cyaninwasser einwirkte, so würde diese Thatsache nicht nur eine krankhafte Beschaffenheit der Blutkörperchen beurkunden, sondern auch zeigen, dass dieselben auf den (in HO_2 enthaltenen) Sauerstoff chemisch kräftiger als die gesunden einwirkten, was möglicherweise auf die Respiration einen verändernden Einfluss ausüben könnte.

Man braucht aber kein Arzt oder Physiologe zu sein, um einzusehen, dass eine ungewöhnliche Veränderung des Blutes, von welcher Art sie auch sein und durch welche Ursache dieselbe herbeigeführt werden möge, eine Störung im Organismus verursachen müsse und wenn wir dermalen die physiologischen Verrichtungen der Blutkörperchen auch noch nicht vollständig kennen, so wissen wir von ihnen doch schon so viel, dass sie bei der Respiration eine maassgebende Rolle spielen. Sollte nun der normale Bestand der Blutkörperchen durch irgend welche Ursache verändert werden, so müsste wohl auch die Respiration eine Veränderung erleiden, d. h. eine Erkrankung des Organismus eintreten, die so oder anders wäre, je nach der Art der von den Blutkörperchen erlittenen Veränderung.

Wenn mir als einem völligen Laien auch kein Urtheil über physiologische Dinge zusteht, so kann ich doch nicht umhin der Ansicht zu sein, dass es eine der wichtigsten Aufgaben physiologischer Forschung sei, die chemische Wirksamkeit der Blutkörperchen sowohl als auch der so thätigen Gewebe im Allgemeinen, ganz besonders aber diejenige, welche sich auf den Sauerstoff bezieht, möglichst erschöpfend zu ermitteln; denn ich müsste mich stark irren, wenn eine derartige Kenntniss das Verständniss wich-

tigster physiologischer Erscheinungen und namentlich derjenigen der Respiration nicht namhaft erweiterte. Von dieser Ansicht geleitet habe auch ich, so weit der Gegenstand in das Bereich des Chemikers fällt, zu wiederholten Malen mit den Blutkörperchen und einigen Geweben mich beschäftiget, von welchen Letztern ich gezeigt habe, dass sie gleich den Blutkörperchen das Wasserstoffsuperoxyd lebhaft katalysiren; und wenn es mir von meinem rein chemischen Standpunkt aus auch nicht gelingen konnte, die bezeichnete physiologische Aufgabe zu lösen, so haben, wie ich glaube, die Ergebnisse meiner dessfallsigen Bemühungen uns doch mit einigen Thatsachen bekannt gemacht, welche dazu beitragen dürften, uns der Lösung des grossen Räthsels der Respiration näher zu führen.

Man darf es sich indessen nicht verhehlen, dass Untersuchungen der angedeuteten Art äusserst schwierig sind und zwar hauptsächlich desshalb, weil nach meinem Dafürhalten durchaus ganz neue Forschungswege aufgefunden werden müssen, bevor wir hoffen dürfen, zu dem gesteckten Ziel zu gelangen. Diese Nothwendigkeit scheint mir schon aus der negativen Thatsache hervorzugehen, dass die Bahnen, auf welchen wir bereits Jahrzehnte lang wandeln, uns dem Ziele noch nicht viel näher gebracht haben, als ihm schon Lavoisier gestanden, trotz unsäglich viel verwendeter Arbeit und Mühe. Oder sollte aus dem geringen Erfolg so zahlreicher Bemühungen nicht zu schliessen sein, dass der Gegenstand bis jetzt noch nicht an der rechten Seite gefasst worden sei und der Hauptschlüssel zur Lösung des Räthsels uns immer noch fehle?

So lange die fundamentalen Thatsachen einer Erfahrungswissenschaft noch unbekannt sind, müht man sich vergeblich ab, die von ihnen bedingten Erscheinungen erklären zu wollen; ist doch die Erklärung einer sekundären Thatsache nichts anderes als die Zurückführung derselben auf eine primitive. So z. B. ist erst nach der Entdeckung des Electromagnetismus durch Oerstedt und der Magneto-Electricität durch Faraday der Zusammenhang eingesehen worden, welcher zwischen den vorher schon längst bekannten electrischen und magnetischen Erscheinungen besteht.

Ich fürchte fast, dass die auf die Respiration bezügliche fundamentale Thatsache noch zu entdecken und dieser Mangel die

Hauptursache der Langsamkeit des Fortschrittes der Physiologie auf diesem Gebiete sei. Die Entdeckung fundamentaler Thatsachen wird aber in der Regel nur von divinatorischen oder intuitiven Köpfen gemacht, deren es zu allen Zeiten nur Wenige gibt, wesshalb man sich auch nicht verwundern darf, dass wahres Wissen im Ganzen so langsam sich erweitert.

Zum Schlusse will ich für diejenigen, welche geneigt sein sollten, die oben angedeuteten Versuche anzustellen, noch bemerken, dass 100 Gramme destillirten Wassers, erst mit eben so viel amalgamirten Zinkspähnen und atmosphärischer Luft etwa zwei Minuten lang zusammengeschüttelt und dann filtrirt, schon so viel Wasserstoffsuperoxyd enthalten, um die besagte Wirkung der Lösung des eingetrockneten Blutes wahrnehmen zu können. Wird dieses HO_2-haltige Wasser durch etwa zwanzig Tropfen concentrirter Cyaninlösung gebläuet und dann mit 5—6 Tropfen der Blutlösung vermischt, so wird die blaue Färbung der Flüssigkeit schon nach wenigen Minuten verschwunden sein, während das gleiche cyanin- und HO_2-haltige und mit frischem Blute versetzte Wasser eine viel längere Zeit zu seiner Entfärbung bedarf.

Untersuchungen über die Ausscheidungswege der stickstoffhaltigen Zersetzungs-Produkte aus dem thierischen Organismus.

Von

Carl Voit.

Ich habe es als das Ziel unserer Bestrebungen bezeichnet, aus den unter den verschiedensten Umständen und Einflüssen bestimmten nähern Bestandtheilen der Einnahmen und Ausgaben des Körpers Rückschlüsse zu machen auf die Qualität und Quantität der im Organismus umgesetzten Stoffe. Die Exkrete sind ein Maass für die Zersetzungen und Lebenserscheinungen und die Feststellung ihrer Grösse hat vorzüglich dieses Interesse.

Es ist einleuchtend, dass man, um die Menge der in den zersetzten Stoffen enthaltenen Elemente, also die des Stickstoffs, Kohlenstoffs, Wasserstoffs, Sauerstoffs und der Aschebestandtheile zu erfahren, sämmtliche Abscheidungswege für diese Stoffe kennen und sie alle so genau als es in Betracht kommen kann, bestimmen muss. Es wäre offenbar vergeblich, wollte man den Verbrauch an Kohlenstoff durch die Analyse des Harns oder den an Asche durch die Analyse des Koths feststellen.

Bischoff und mir stand bei unserer gemeinschaftlichen Arbeit kein Apparat zur Verfügung, um die durch Haut und Lungen ausgeschiedenen gasförmigen Bestandtheile zu messen, wir waren auf die Untersuchung des Harns und Koths beschränkt. Wir mussten daher von vorn herein darauf verzichten, genaue Aufschlüsse über den Verbrauch des Kohlenstoffs, Wasserstoffs und Sauerstoffs zu geben. Die in den berücksichtigten Exkreten enthaltene Asche bot weniger Interesse dar, es konnte also nur die Bestimmung

des Stickstoffs von Bedeutung sein, aber einzig und allein dann, wenn kein Stickstoff in irgend erheblicher Menge auf anderm Wege als durch Harn und Koth den Körper verlässt. Sobald Stickstoff in berücksichtigenswerther Quantität z. B. durch die Perspiration entfernt wird, ist es absolut nöthig auch diese in den Kreis der Untersuchung zu ziehen. Wir waren nicht einen Augenblick über die Tragweite dieser Frage für unsere und alle Arbeiten der Art im Zweifel; ihr Entscheid ist der Angelpunkt, um den sich die zum Zweck des Studiums der Zersetzung der stickstoffhaltigen Substanzen angestellte Untersuchung von Harn und Koth dreht.

Es ist mir ganz unbegreiflich, wie man diese einfache Sache nicht einsehen oder missverstehen kann. Denn wenn in der That ausser Harn und Koth noch Stickstoff fortgeht, so muss man aufhören, Stickstoff- oder Harnstoffbestimmungen im Harn und Koth zu machen, da sie in diesem Falle keinen Sinn mehr haben; denn was soll man in der That mit allen den Harnstoffzahlen anfangen, wenn sie nicht Aufschlüsse über die Grösse der Zerstörung der stickstoffhaltigen Substanzen geben. Wie kann man aber den Stickstoffumsatz unter verschiedenen Bedingungen feststellen wollen, wenn man einen unbestimmten Theil davon verliert? Es kann nicht widerlegt werden, dass alle Untersuchungen, bei denen ein Theil des Stickstoffs sich der Messung entzogen hat, zu obigem Zwecke völlig unbrauchbar sind.

Wir haben daher gesagt und sagen noch, dass wer obigen Satz nicht anerkennt, d. h. wer meint, ein Theil des Stickstoffs gehe anderswo als durch Harn und Koth weg, sich solcher Untersuchungen enthalten soll; oder anders, dass man mit Berücksichtigung von Harn und Koth vernünftiger Weise erst dann Experimente über den Verbrauch an Stickstoff anzustellen vermag, wenn die vollständige Entfernung desselben durch diese beiden Exkrete gewiss ist. Dies ist meiner Meinung nach selbstverständlich und es kann unmöglich darüber ein Zweifel obwalten. Und doch hat gerade dieser Ausspruch Vogt so empört, dass er ihn zunächst zu seiner Kritik unserer Arbeit aufforderte; Vogt giebt sich nämlich den Anschein, sich einzubilden, man wolle ihm damit ein Dogma zu glauben aufnöthigen, und befehle ihm im entgegengesetzten Falle

sich der nähern Untersuchung zu enthalten. Ich halte Vogt nicht für so beschränkt, dass er den wahren Sinn unserer Worte nicht aufgefasst hat. Man erkennt vielmehr auf den ersten Blick, dass diese Einfälle nur gesucht sind, um andere Bemerkungen, die mit unserer Schrift nichts zu thun haben, an den Mann zu bringen.

Wir haben natürlich nirgends geäussert, es sollte Jemand diesen Satz ohne Beweis glauben; wir meinten nur, wer ihn nicht für bewiesen hält, der möge sich mit Untersuchungen der Art nicht befassen, da es geradezu unvernünftig ist den Verbrauch einer Substanz bestimmen zu wollen, wenn man weiss, dass ein ansehnlicher Theil uncontrolirt verloren geht. Wir wollten vor einer sinnlosen Handlung warnen; erkennen aber unser Unvermögen, Jemanden davon abzuhalten. Ich für meinen Theil werde, sobald der Beweis dafür gebracht ist, dass nicht aller Stickstoff im Harn und Koth zu finden ist, alsbald von solchen Untersuchungen abstehen und der erste sein, der unsere Arbeit für völlig unbrauchbar erklärt. Es verlieren in diesem Falle nicht nur die Untersuchungen über die Grösse der Zersetzung der stickstoffhaltigen Stoffe, sondern auch die Respirationsversuche alle Bedeutung.

Will man den Einfluss irgend einer Einwirkung auf den Stickstoffumsatz durch die Analyse von Harn und Koth erkennen, so genügt es jedoch nicht einmal dargethan zu haben, dass aller Stickstoff bei dem Untersuchungsobjekt in diesen Exkreten wirklich enthalten ist, sondern man muss auch den Körper auf einen Stand gebracht haben, auf dem man den Einfluss desselben rein wahrnehmen kann. Es muss daher der Körper mit dem Stickstoff der Nahrung im Gleichgewicht sich befinden, er darf keinen ansetzen und keinen von sich abgeben; erst dann weiss man, welche Menge von Stickstoff erscheinen muss und erst dann kann man scharf beurtheilen, ob eine zu der Nahrung zugesetzte Substanz einen Einfluss auf die Stickstoffabscheidung hat oder nicht. Bei allen frühern Arbeiten, welche den Einfluss irgend einer neu eingeführten Bedingung auf die Eiweisszersetzung eruiren wollten, ist die Nothwendigkeit der Herstellung eines Gleichgewichtszustandes nicht berücksichtigt worden; ich habe zuerst bei meinen Untersuchungen über den Einfluss des Kochsalzes, des Kaffee's und der Muskelbewegung

darauf geachtet.[1]) Wenn nämlich der Körper noch stickstoffhaltige Bestandtheile von sich zusetzt, so ändert sich allmählich die Stickstoffausscheidung und man weiss nicht, welchen Antheil die Substanz daran hat, deren Wirkung man untersuchen will; dasselbe ist der Fall, wenn der Körper an stickstoffhaltigen Bestandtheilen gewinnt.

Bevor wir daher irgend etwas Weiteres unternehmen, muss die Frage nach den Ausscheidungswegen des Stickstoffs, soweit sie für uns von Belang ist, entschieden sein.

Ich bin genöthigt, hier abermals in kurzen Zügen die geschichtliche Entwicklung unseres Gegenstandes zu verfolgen, theils um den Standpunkt, auf dem er sich beim Erscheinen unserer Schrift befand, darthun zu können, theils um eine Kritik der früheren zum Theil widersprechenden Resultate zu ermöglichen.

Zunächst suchte man durch die Analyse der Perspirationsprodukte zu entscheiden, ob auf diesem Wege Stickstoff aufgenommen oder abgeschieden werde. Schon die ersten Bestimmungen der durch Haut und Lungen ausgehauchten und aufgenommenen Stoffe nahmen auf das Verhalten des in so grosser Menge in der atmosphärischen Luft befindlichen Stickstoffs Bedacht. Man hatte bald erkannt, dass der Stickstoff keinesfalls bei diesem Process eine solche Rolle spiele wie etwa der Sauerstoff oder die Kohlensäure, es blieb aber zweifelhaft, ob derselbe nicht vielleicht doch in geringerem Grade daran betheiligt sei.

Lavoisier[2]) sah keine merkliche Aenderung des Stickstoffgehalts der Luft durch das Athmen eintreten, zu welcher Ansicht auch Goodwyn[3]), Allen und Pepys[4]) und Erasm. Emil.

1) Meissner konnte es nicht unterlassen (Jahresbericht 1860 S. 401) zu meiner Kaffeearbeit die ganz unnöthige Bemerkung zu machen „und so ganz zweifellos dürfte die Ersparung bei Kaffeegenuss noch nicht als nur scheinbar erwiesen sein.“ Wenn der schwer verständliche Sinn derselben der sein soll, es wäre durch meine Arbeit nicht erwiesen, dass nach Kaffeegenuss der Stickstoffgehalt des Harns sich nicht ändert, so wäre es besser gewesen, irgend einen Grund dafür beizufügen, um dem Angegriffenen auch die Möglichkeit zu eröffnen, andere Gründe dagegen zu halten; ich kann bei der jetzigen Fassung diese ganz unmotivirte Behauptung nur ignoriren.

2) Mém. de l'Acad. des sciences de Paris 1789.

3) On the connex. of life with resp., London 1788.

4) Phil. Transact. 1808, P. 2, p. 249.

Bruun[1]) kamen. Valentin und Brunner[2]) hatten sich zwar für die Unveränderlichkeit des Stickstoffs ausgesprochen, sie konnten aber nach ihren Versuchen, bei denen nur die prozentige Zusammensetzung der ein- und ausgeathmeten Luft und nicht deren Menge bekannt war, nichts darüber aussagen, wie Marchand zur Genüge hervorgehoben hat.

Dagegen nahmen einige Forscher eine Absorption von Stickstoff aus der Luft an. Einen solchen Vorgang hatte schon Priestley bei seinen ersten Experimenten zu bemerken geglaubt, H. Davy[3]) war jedoch für den Menschen der Hauptvertreter dieser Anschauung, da er eine Aufnahme des Stickgases von $^1/_{17}$ bis zu $^1/_{10}$ des verzehrten Sauerstoffs (im Tag also unter Umständen 60 Grmm. betragend!) fand; ihm schlossen sich nach ihren Erfahrungen Henderson[4]) und Pfaff[5]) an, sowie auch Humboldt und Provençal[6]), nach denen Fische halb soviel Stickstoff wie Sauerstoff aus dem Wasser einathmen können.

Andere waren gerade zu dem entgegengesetzten Resultat, nämlich einer Ausathmung von Stickgas, gelangt. Zu diesen gehören Berthollet[7]), Nysten[8]), Lassaigne und Yvart[9]), Collard de Martigny[10]) und vor Allem Dulong[11]) und Despretz[12]), die namentlich bei Pflanzenfressern eine höchst bedeutende bis zu $^1/_{10}$ des aufgenommenen Sauerstoffs gehende Stickstoffexhalation angeben.

Wieder Andere nahmen einmal den einen, ein ander Mal den

1) De ratione, quae inter azoticum aeris atmosphaerici et respirationem humanam intercedit; Hafn. 1815.

2) Arch. f. physiol. Heilkunde, Bd. 2, S. 372, 1843.

3) Research. chemic. and philosoph. 1800.

4) Nicholsòn Journ. of Nat. Phil. Vol. 8, p. 40 und Gilbert's Annal. Bd. 19, S. 417.

5) Scheel's und Rudolphi's nordisches Archiv für Naturkunde Bd. 4, S. 132.

6) Mém. de la Soc. d'Arcueil T. 2, 1809.

7) Mém. de la Société d'Arcueil 1809, T. 2, p. 454.

8) Rech. de physiol. et de chim. patholog., Paris 1811.

9) Journ. de chim. médicale, Paris 1825, T. 10, p. 449.

10) Journ. de physiolog. expériment. par F. Magendie, Paris 1825.

11) Annal. de chim. et de Phys., 1823, Sér. 3, T. 1.

12) Annal de chim. et de Phys., 1823, Ser. 2, T. 27.

andern Erfolg wahr. Schon Spallanzani[1]) hatte bei Schnecken, Würmern, Insekten, Amphibien und kleinen Vögeln zahlreiche Reihen von Beobachtungen gemacht und häufig den Stickstoff ganz unverändert gefunden, bei manchen aber auch einen Stickstoffverbrauch, hie und da jedoch, namentlich nach reichlichem Fressen eine Aushauchung bemerkt. Auch Treviranus[2]) fand bei Insekten abwechselnd eine Einathmung und Ausathmung dieses Gases. Nach Edwards[3]) zeigt sich namentlich bei kleinen Vögeln im Frühjahr und Sommer eine sehr bedeutende Abgabe von Stickstoff, im Winter eine Aufnahme desselben.

Auf diese Weise giengen die Ergebnisse der Versuche hin und her, ohne dass man im Stande war einen plausiblen Grund für dies verschiedene Verhalten anzugeben. Man schloss sich daher nach Gutdünken der einen oder anderen Ansicht an, oder suchte sich die Verschiedenheit der Resultate, wie Edwards und Hermann[4]) dadurch zu erklären, dass man bei der Athmung zu gleicher Zeit Stickstoff in's Blut eintreten und vom Blute weggehen liess, wornach je nach dem Ueberwiegen des erstern oder letztern Vorgangs eine Inhalation oder Exhalation von Stickstoff die Folge sei. Die meisten jedoch gewannen schliesslich die Ueberzeugung, dass die Unzulänglichkeit der Methoden wohl den grössten Antheil an dem verschiedenen Erfolge habe. Namentlich ist die Unrichtigkeit der Angaben von Dulong und Despretz durch Liebig[5]) unzweifelhaft nachgewiesen worden. Es konnte sich daher im Jahre 1844 Vierordt[6]) wohl mit vollem Rechte dahin aussprechen, dass die uns beschäftigende Frage mit den bis dahin zu Gebote stehenden analytischen Hülfsmitteln direkt kaum annähernd zu lösen sei. Wir werden daher später nicht mehr nöthig haben, diese frühern Versuche zu berücksichtigen.

Nach dieser Zeit erschienen noch 3 Arbeiten, welche die Rolle

---

1) Mém. sur la respiration 1803.
2) Zeitschrift für Physiologie von Tiedemann u. Treviranus Bd. 4, S. 33.
3) De l'influence des agens physiq. sur la vie, Paris 1824.
4) Poggend. Ann. Bd. 32, S. 296.
5) Annal. der Chem. u. Pharm., Bd. 53, S. 76.
6) Handwörterbuch der Physiologie, Bd. 2, S. 854.

des Stickstoffs bei der Respiration mit bessern Hülfsmitteln zu bestimmen suchten, die unsere ganze Aufmerksamkeit verdienen; es sind dies die Untersuchungen von Marchand, von Regnault und Reiset und von Baumert.

Nach Marchand[1]) werden kleine Mengen von Stickgas entwickelt; er fand, wie ich nach seinen Zahlen berechne, für die Taube im Tag eine mittlere Stickstoffausscheidung von 0.0905 Grmm. und für das Meerschweinchen von 0.0962 Grmm. Marchand ist, worauf ich nachdrücklich aufmerksam mache, der Ansicht, dass dieser Stickstoff von einer fauligen Zersetzung des Darminhalts herrühre.

Die sorgfältigen Versuche von Marchand wurden unverdient in den Hintergrund gedrängt durch die 1849 erschienenen berühmten Untersuchungen von Regnault und Reiset[2]), bei denen ein Apparat benützt wurde, durch welchen auch eine kleine Alteration im Stickstoffgehalt anscheinend genau zu bestimmen war. Bei allen bis dahin in Anwendung gebrachten Methoden untersuchte man die eben ausgeathmete Luft auf ihre Bestandtheile und konnte dabei geringe, innerhalb der Fehlerquellen der Analyse liegende Veränderungen des Stickstoffs nicht entdecken. Bei dem Verfahren von Regnault und Reiset verblieb aber die ursprüngliche Stickstoffmenge im Apparat, es wurde nur für den vom Thier verbrauchten Sauerstoff neuer zugelassen und die abgegebene Kohlensäure weggenommen. Wenn nun das Thier, welches meist während längerer Zeit unter der Glocke zubrachte, von diesem Stickstoff aufnahm oder von sich dazu noch abgab, so musste solches bemerkbar werden. Es schien dies der einzig mögliche und zugleich völlig sichere Weg zu sein, auf dem die vorliegende Frage durch Untersuchung der Athemluft zu einem Abschluss gebracht werden konnte.

Es ist nun vor Allem zu constatiren, dass Regnault und Reiset in keinem einzigen Falle eine beträchtliche Aenderung des Stickstoffs fanden und mit Entschiedenheit allen an-

---

1) Journ. f. prakt. Chem. 1848, Bd. 44, S. 1.
2) Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. 73.

dern gegentheiligen Angaben, namentlich denen von Dulong und Despretz entgegen traten. Es ist weiter zu bemerken, dass sie bald eine Abnahme, bald eine Zunahme des Stickstoffs eintreten sahen, also durchaus nichts Gesetzmässiges sich herausstellte, und endlich, dass sie selbst nicht ein Wort darüber äusserten, wodurch eine Alteration im Stickstoffgehalt bedingt sein könnte.

Zuletzt hatte noch Baumert[1]) mit den durch Bunsen auf einen hohen Grad der Vollendung gebrachten Methoden der Gasanalyse den Athemprocess von Fischen einer eingehenden Prüfung unterworfen und bei Schleien und Goldfischen keine Aenderung des Stickgases, bei den Schlammpeizgern mit Darmrespiration eine höchst geringe Absorption desselben gefunden.

Ein unbefangenes Urtheil hätte nach diesen Erfahrungen sicherlich den Antheil des Stickgases bei der Respiration für einen geringfügigen und zufälligen, mit dem eigentlichen Athemprocess in keinem nähern Zusammenhang stehenden gehalten. In der That haben Bidder und Schmidt (1852) in ihrem bekannten Werke, das, wie wir noch mehrmals Gelegenheit haben werden zu sehen, mit seltenem Blicke weit über die gangbaren Anschauungen der damaligen Zeit sich erhob, gar keine Rücksicht bei Entwicklung des Stoffwechsels auf den Stickstoff in der Respiration genommen; sie erwähnen nur S. 305 in einer Anmerkung: „Die Ausscheidung des Stickstoffs durch Lunge und Haut erschien in Regnault's direkten Versuchen, übereinstimmend mit vorliegender Versuchsreihe, sehr unbedeutend; sie war in manchen Fällen nahezu Null, in einigen selbst negativ d. h. es fand eine geringe Absorption desselben statt."

Die Sache wurde aber von den Meisten nicht auf diese Art aufgefasst, da das Urtheil von anderer Seite her ein getrübtes war. Man hatte nämlich schon vor dem Erscheinen der Regnault-Reiset'schen Arbeit versucht die Verhältnisse des Stickstoffs beim Athmen auf einem andern Wege zu bestimmen, da sich auf dem bis dahin betretenen so grosse Schwierigkeiten entgegen gethürmt hatten; man bestimmte nämlich, wieviel von der bekannten Stickstoffmenge

1) Chem. Unters. über die Respiration des Schlammpeizgers, 1855.

der Nahrung in den Bestandtheilen des Harns und Koths wieder aufgefunden werden konnte, um den Stickstoff-Antheil, der den Körper möglicherweise durch Haut und Lungen verliess, zu berechnen.

Boussingault war es vor Allen, der an Thieren, am Pferd, der Kuh, dem Schwein und der Taube etc. solche Beobachtungen anstellte.

Bei einem Pferd fanden sich im Tag im Mittel aus einer 3 tägigen Versuchsreihe[1]):

in der Nahrung	= 139.4	Grmm.	Stickstoff	
im Harn	= 37.8	„	„	= 27 %
im Koth	= 77.6	„	„	= 56 %
in der Perspiration	= 24.0	„	„	= 17 %.

Eine milchgebende Kuh[2]) lieferte im Mittel aus einer 3tägigen Versuchsdauer folgende Werthe:

in der Nahrung	= 201.5	Grmm.	Stickstoff	
in der Milch	= 46.0	„	„	= 23 %
im Harn	= 36.5	„	„	= 18 %
im Koth	= 92.0	„	„	= 46 %
in der Perspiration	= 27.0	„	„	= 13 %.

Bei einem Schwein ergaben sich im Mittel aus 3 Tagen[3]):

in der Nahrung	= 25,3	Grmm.	Stickstoff	
im Harn	= 6,9	„	„	= 27 %
im Koth	= 9.2	„	„	= 36 %
in der Perspiration	= 9.2	„	„	= 37 %.

und bei einem andern Schwein[4]):

in der Nahrung	= 17.3	Grmm.	Stickstoff	
im Harn	= 3.9	„	„	= 23 %
im Koth	= 3.8	„	„	= 22 %
in der Perspiration	= 9.6	„	„	= 55 %.

Er fand dann endlich bei einer Turteltaube in 5 Tagen[5]):

in der Nahrung	= 2.17	Grmm.	Stickstoff	
im Harn und Koth	= 1.39	„	„	= 64 %
in der Perspiration	= 0.78	„	„	= 36 %.

1) Annal. de Chim. et de Phys. 1839, T. 61, p. 128.
2) a. a. O., T. 71, p. 127.
3) a. a. O., 1845, Sér. 3, T. 14, p. 443.
4) a. a. O., 1845, Sér. 3, T. 14, p. 451.
5) a. a. O., 1844. T. 11, p. 439 und compt. rend. T. 19, p. 73.

und bei einer zweiten in 7 Tagen:

in der Nahrung	= 3.34 Grmm. Stickstoff		
im Harn und Koth	= 2.20 „	„	= 66 %
in der Respiration	= 1.14 „	„	= 34 %.

Ein weiteres Experiment in dieser Richtung ist von F. Sacc[1]) ausgeführt worden, der als mittlere tägliche Stickstoff-Einnahme und Ausgabe bei Hühnern im Mittel aus einem 7tägigen Versuche bestimmte:

in der Nahrung	= 1.52 Grmm. Stickstoff		
im Harn und Koth	= 0.62 „	„	= 41 %
in der Perspiration	= 0.90 „	„	= 59 %.

Auch beim Menschen wurden ähnliche Zahlen erhalten.

Rigg[2]) fand auf 100 Theile in der Nahrung eingenommenen Stickstoff's in 12 Versuchstagen nur 50.8 Theile im Harn wieder.

In einer Untersuchung, die überall als die vortrefflichste über die statistischen Verhältnisse des Stoffwechsels beim Menschen gilt und in beinahe allen neuern Lehrbüchern der Physiologie aufgeführt ist, hatte Barral[3]) zwei Beispiele, im Mittel aus 5 Tagen, angegeben; in dem einen Fall bekam er:

in der Nahrung	= 28.5 Grmm. Stickstoff		
im Harn	= 10.9 „	„	= 38 %
im Koth	= 2.9 „	„	= 10 %
in der Perspiration	= 14.7 „	„	= 52 %

und in dem andern:

in der Nahrung	= 19,0 Grmm. Stickstoff		
im Harn	= 10.0 „	„	= 53 %
im Koth	= 1.4 „	„	= 7 %
in der Perspiration	= 7.6 „	„	= 40 %.

Zu einem mit dem Barral'schen nicht sehr übereinstimmenden Ergebniss war Lehmann[4]) gekommen, der nach Verzehrung von 32 gekochten Hühnereiern mit 30,16 Grmm. Stickstoff in 24 Stunden 54.8 Grmm. Harnstoff mit 25.6 Grmm. Stickstoff ausschied, wornach also 85 % des eingenommenen Stickstoffs im Harn auftraten.

1) Neue Denkschrift. d. allg. schweiz. Ges. für d. ges. Nat.-Wiss. 1845, Bd. 7, S. 7.
2) Medical Times 1842, p. 278.
3) Annal. de chim. et de Phys. Sér. 3, T. 25, p. 129.
4) Journ. f. prakt. Chem. 1842, Bd. 27, S. 257.

Die Beobachtungen von Barral am Menschen schienen Hildesheim[1]) so unwahrscheinlich, dass er bei einer Zusammenstellung der Haushaltsbilanz den Stickstoff für den Tag folgender Massen vertheilte:

in Harn	13.334	Grmm.	Stickstoff	= 74 %
im Koth	3 346	„	„	= 18 %
durch die Haut	1.399	„	„	= 8 %
durch die Lunge	0.015	„	„	= 0 %
	18.094	Grmm.	Stickstoff.	

Bei allen Beobachtungen der Art hatte sich also regelmässig herausgestellt, dass bei weitem nicht aller Stickstoff der Nahrung im Harn und Koth wieder zu finden war und man zog daraus unbedenklich den durch nichts gestützten Schluss, der Rest habe gasförmig durch Haut und Lungen den Körper verlassen.

Man gab in Folge davon den von Marchand und Regnault und Reiset gewonnenen Resultaten eine Auslegung, die ursprünglich nicht in ihnen enthalten war; denn man nahm von da ab geradezu an, das in einzelnen Fällen bei ihren Respirationsversuchen aufgefundene Plus an Stickstoff rühre vom Stickstoff der Nahrung her, ohne im geringsten zu bedenken, dass zwischen den Thatsachen der beiden Untersuchungsmethoden gar kein Zusammenhang besteht. Boussingault und seine nächsten Nachfolger erhielten ein höchst bedeutendes Deficit an Stickstoff im Harn und Koth; Regnault und Reiset dagegen immer nur ein unbedeutendes. Der Unterschied zeigt sich an den Beispielen, wo eine Vergleichung möglich ist, aufs evidenteste. Bei Tauben fand Boussingault 0.16 Grmm. Stickstoff im Tag nicht in den Exkrementen wieder, Regnault und Reiset fanden aber nur 0.07 Grmm., Marchand 0.09 Grmm. in der Perspiration. F. Sacc liess bei Hühnern im Tag 0.90 Grmm. Stickstoff durch Haut und Lungen abgehen, Regnault und Reiset bestimmten da, wo sie eine Abgabe wahrnahmen, im Mittel nur 0.28 Grmm. Nach den Fütterungen musste unter allen Umständen eine Aushauchung von Stickgas angenommen werden, während nach Regnault und Reiset häufig auch eine nicht geringe Aufnahme desselben vorkommt.

---

1) Die Normaldiät, Berlin 1856.

Nachdem aber einmal der Sache dieser Weg angewiesen war, betrat man ihn ganz ohne Rücksicht; man hatte bei den statistischen Versuchen nicht allen Stickstoff der Nahrung im Harn und Koth gefunden, der Rest musste also (dies war der Trugschluss) durch Haut und Lungen abgegeben worden sein. Die Zahlen von Regnault und Reiset wurden nun als Beweis für diese Annahme ausgegeben, obwohl man dieselbe viel eher damit hätte widerlegen können. Es ist gewiss, die Angaben von Regnault und Reiset über die Aenderung des Stickstoffs wären ganz anders aufgefasst worden, wenn das bei den Fütterungsversuchen erhaltene Deficit nicht zu erklären gewesen wäre.

Es ist dies ein auffallendes und lehrreiches Beispiel aus der Geschichte der Wissenschaft, wie leicht man sich bei vorgefassten Meinungen täuscht. Man schloss aus den Regnault-Reiset'schen Zahlen nicht das, was sie in Wahrheit aussagten, sondern man hat das was man brauchen konnte herausgenommen und das was unbequem war, vollkommen ignorirt. Wie fest die vorgefassten Meinungen sassen, zeigte sich recht deutlich da, wo man wohl einsah, dass diese Versuche nicht das beweisen, was man eigentlich wollte. Man begann hier daran zu corrigiren; Donders z. B. hält in seiner Physiologie (S. 359) die Untersuchungen von Regnault und Reiset für die Beweise einer unter normalen Verhältnissen stattfindenden Stickstoffausathmung, findet es aber für gut dazu zu setzen: „der alleinige Vorwurf, den man dieser Methode machen kann, ist die mässige Zunahme des Stickstoffgehalts."

Nur Wenige fassten den Widerspruch zwischen den Ernährungs- und Respirationsversuchen so auf, dass sie sagten, es können nur die einen oder andern wahr sein; die Meisten dachten sich eben das Ergebniss der erstern etwas kleiner und das der letztern etwas grösser und liessen die beiden ruhig neben einander hergehen. Zu den Wenigen gehörten, wie ich schon angeführt habe, Bidder und Schmidt, welche sich, obwohl sie im geraden Gegensatz zu Boussingault und allen übrigen Autoren, bei normaler, unzureichender und überflüssiger Fleischfütterung an Katzen und Hunden nahezu die Gesammtmenge des in der Nahrung enthaltenen Stickstoffs im

Harn und Koth gefunden hatten[1]), nicht im Gegensatz, sondern in Uebereinstimmung mit Regnault und Reiset fühlten. Sie sagen (Seite 387) ihres Werkes über den Stoffwechsel: „Die Stickstoffausscheidung auf andern Wegen ist dabei (bei ihren Versuchen) verschwindend klein; wirkliche Exspiration desselben findet kaum oder nur als unwesentliches sekundäres Zersetzungsprodukt statt; die Differenz der hier aufgeführten Resultate von denen anderer Forscher auf diesem Gebiete, namentlich Boussingault's, findet in der leichten Zersetzbarkeit des Harnstoffs ihre Erklärung, die nur durch sofortigen Zusatz von Mineralsäuren verhindert werden kann; jeder durch Entweichen von Ammoniakkarbonat etc. herbeigeführte Verlust wird dabei als ausgeathmeter Stickstoff in Rechnung gebracht; die direkten Bestimmungen von Regnault und Reiset stimmen sehr wohl mit unsern Resultaten überein.“

Die Anschauung, dass der grösste Theil des Stickstoffs der im Körper umgesetzten Stoffe im Harn und Koth erscheint, haben diese ausgezeichneten Forscher nicht durch eine grosse Anzahl von Versuchen gewonnen, sondern vielmehr durch eine sehr kleine. Es liegen nämlich von ihnen im Ganzen 7 Reihen an Katzen und Hunden vor uns, von denen nur zwei an Katzen beweisend für diesen Satz sind. Sie waren aber dadurch von der Allgemeingültigkeit desselben so überzeugt, dass sie unbedenklich jeden Abgang von Stickstoff als Ansatz stickstoffhaltiger Substanz am Körper und jedes Plus als Abgabe derselben auffassten.

Ich stelle im Folgenden die 7 erwähnten Reihen von Bidder und Schmidt zum bessern Vergleich mit den meinigen übersichtlich zusammen.

1) (S. 304.) Katze; 8tägige Reihe bei unbehinderter Fleischaufnahme; Zunahme des Gewichts um 337 Grmm.

im Fleisch:	68.83	Grmm. Stickstoff
im Harnstoff:	62.29	„ „
im Koth:	0.07	„ „
	62.29	

Das Deficit von 6.47 Grmm. (9 %) wird durch einen entsprechenden Ansatz stickstoffhaltiger Substanz ausgeglichen.

1) a. a. O. S. 392.

2) (S. 336.) Katze; $51^1/_2$ stündige Reihe bei grösstmöglichster Nahrungssteigerung; Zunahme des Gewichts um 219 Grmm.

im Fleisch:	23.50	Grmm. Stickstoff
{im Harnstoff:	16.80	„ „
{im Koth:	0.02	„ „
	16.82	

Das Deficit von 6.68 Grmm. (28 %) wird durch Ansatz von Fleisch ausgeglichen.

3) (S. 373.) Kleiner Hund mit einer Gallenfistel; aus einer 89 stündigen Reihe im Mittel in 24 Stunden; Abnahme des Gewichts um 354 Grmm.

im Fleisch:	3.31	Grmm. Stickstoff
{im Harnstoff:	5.53	„ „
{in der Galle:	0.18	„ „
{im Koth:	0.09	„ „
	5.80	

Das Plus von 2.49 Grmm. (17 %) wird durch Abgabe von Körperfleisch ausgeglichen.

4) (S. 379.) Kleiner Hund mit einer Gallenfistel; aus einer 8 tägigen Reihe bei reichlicher Nahrung im Mittel im Tag; Zunahme des Gewichts um 423 Grmm.

im Fleisch:	21.07	Grmm. Stickstoff
{im Harnstoff:	18.10	„ „
{im der Galle:	0.61	„ „
{im Koth:	0.17	„ „
	18.88	

Das Deficit von 2.19 Grmm. (10 %) wird durch Ansatz von Fleisch ausgeglichen.

5) (S. 383.) Kleiner Hund mit einer Gallenfistel; 5 tägige Reihe bei reichlicher Nahrung im Mittel im Tag; Zunahme des Gewichts um 404 Grmm.

im Fleisch:	21.17	Grmm. Stickstoff
{im Harnstoff:	17.02	„ „
{in der Galle:	0.33	„ „
{im Koth:	0.35	„ „
	17.70	

Das Deficit von 3.47 Grmm. (16 %) wird durch Ansatz von Fleisch ausgeglichen.

6) (S. 333.) Katze; 9 tägige Reihe mit Fleischfütterung; Zunahme des Gewichts um 27 Grmm.

im Fleisch:	41.25	Grmm. Stickstoff
{im Harnstoff:	40.10	„ „
{im Koth:	0.04	„ „
	40.14	

Deficit 1.11 Grmm. (3 %).

7) (S. 339.) Katze; 23 tägige Reihe mit Fleischfütterung; Gewicht gleich geblieben.

im Fleisch:	108.80	Grmm. Stickstoff
{im Harnstoff:	106 50	„ „
{im Koth:	0.20	„ „
	106.70	

Deficit 2.10 Grmm. (2 %.)

Nur bei den zwei letztern Reihen von 9 und 23 Tagen, wenn die Katzen längere Zeit das gleiche Fressen erhalten hatten, fanden sich von 100 Theilen aufgenommenen Stickstoffs 97 — 98 Theile im Harn und Koth wieder. Diese Thatsache zwang Bidder und Schmidt zu den erwähnten Schlussfolgerungen und gab ihnen das Mittel in die Hand, ohne Berücksichtigung einer Stickstoffausscheidung in der Respiration tiefer, als es bis dahin geschehen war, in die Kreislaufsverhältnisse des Stickstoffs einzudringen.

Durch die Erfahrungen von Bidder und Schmidt wurden jedoch keineswegs die Zweifel in unserer Frage als gelöst betrachtet, sondern sie erschienen nur vermehrt. Die Beobachtungen von Boussingault und Barral, von Regnault und Reiset und von Bidder und Schmidt schlossen sich gegenseitig aus, man konnte sich aber nicht allgemein für die eine oder andere Ansicht erklären.

Da wurde durch eine neue umfassende Untersuchung der endliche Entscheid der Sache noch mehr erschwert. Ein Jahr nach Veröffentlichung der Bidder-Schmidt'schen Arbeit hatte Bischoff (der Harnstoff als Maass des Stoffwechsels 1853) die von Liebig angegebene einfache Methode der Harnstoffbestimmung, durch die man in den Stand gesetzt worden war, grössere Versuchsreihen mit ungleich weniger Aufwand an Zeit zu machen als dies früher geschehen konnte, zu Ernährungsversuchen an zwei Hunden angewendet. Es ergab sich dabei constant, wie bei den frühern Versuchen von Boussingault, dass ein ansehnlicher Theil des Stickstoffs im Harn und Koth fehlte und zwar im Mittel 30%. Diese Angabe stand in direktem Widerspruch mit der von Bidder und Schmidt; Bischoff konnte nichts darüber aussagen, woher die Differenz rührte und wohin der Rest von Stickstoff gekommen war; nur schien es ihm am wahrscheinlichsten, dass er als Ammoniak

durch Haut und Lungen weggegangen sei. Alle fernern Beobachter erhielten das gleiche Resultat wie Bischoff; so fand z. B. F. Hoppe-Seyler[1]) bei 7tägiger Fütterung eines Hundes mit Fleisch von 88.204 Grmm. Stickstoff der Nahrung 66.98 Grmm. im Harn und 7.658 Grmm. im Koth; 13.666 Grmm. = 15 % entgingen der Bestimmung.

Was sollte man nun glauben? Haben Boussingault, Barral, Bischoff Recht oder Bidder und Schmidt; stimmen die Resultate von Regnault und Reiset mit den einen oder andern überein? Die Meinungen waren natürlich sehr getheilt; die Zahlen von Regnault und Reiset wurden von jeder der Parteien als Beweis für ihre Auffassung angeführt. Nach den Anschauungen der Meisten war es keinem Zweifel unterworfen, dass ein beträchtliches Deficit von Stickstoff im Harn und Koth existire, wobei freilich die Ergebnisse der Versuche von Bidder und Schmidt ganz ignorirt und die von Regnault und Reiset überschätzt und falsch gedeutet wurden. Es handelte sich damals eigentlich nur um die Frage, in welcher Form und wo der Rest des Stickstoffs den Körper verlasse. Da mussten die Lungen, die Haut, die Abschuppung der Epithelien, Haare, Nasen- und Mundschleim etc. herhalten, durch die der Stickstoff als Stickgas, als Ammoniak, als flüchtige Stickstoffverbindung, als Harnstoff, als stickstoffhaltiger Stoff in den Epithelzellen, den Haaren und dem Schleim entfernt werde. Die Lücke in der Erkenntniss wurde, wie aus allen Schriften hervorgeht, recht wohl gefühlt, man gestand sie aber nicht offen zu, sondern war bemüht sie mit allerlei Lappen, von denen keiner recht zureichte, zu verdecken.

Dies war aber noch nicht das Schlimmste an der Sache; denn dies bestand jedenfalls darin, dass mit dem Vorhandensein eines so beträchtlichen Verlustes an Stickstoff jeglicher Fortschritt in der Erkenntniss der Vorgänge im Körper, namentlich der Zersetzungen des Eiweisses, auf so lange abgeschnitten war, als es nicht glückte, die Quelle desselben aufzufinden und zu messen.

So stand die Angelegenheit, als ich mich (physiologisch-chemische Untersuchungen, 1857) damit zu beschäftigen anfing. Ich war damals

---

1) Arch. f. path. Anat. Bd. 10. S. 144.

von Prof. Bischoff aufgefordert worden, die Fütterungsversuche an Hunden, vor allem an einem Hunde mit einer permanenten Gallenblasenfistel, wieder aufzunehmen; ich sah aber bald ein, dass ehe nicht die noch schwebende Frage über die Stickstoffausscheidung gelöst war, kein brauchbares Resultat zu erwarten stand. Ich ging daher ganz selbständig zunächst darauf aus, den Abscheidungsweg des fehlenden Stickstoffs zu finden, da ich damals an dem Stickstoffdeficit nicht im mindesten zweifelte. Ich suchte denselben zuerst im Harn, da namentlich von Bischoff früher nur der Harnstoff bestimmt worden war, indem ich den Harn der Elementaranalyse unterwarf; ich suchte ihn im Koth, nachdem ich den auf die betreffende Reihe fallenden nach der schon angegebenen Methode genau abgegrenzt hatte. Es ergab sich aber alsbald, dass der Hundeharn nur sehr wenig Stickstoff enthält, der nicht durch die Harnstofftitrirung angezeigt wird und dass im Koth viel zu wenig Stickstoff entfernt wird, um einen erheblichen Verlust herbeiführen zu können.

Nachdem dies festgestellt war, wollte ich mich durch Darreichung einer Nahrung mit genau bekannter Stickstoffmenge über die Grösse des Deficits unterrichten, um Anhaltspunkte für die weitere Verfolgung zu gewinnen. Ich hatte das einzuschlagende Verfahren vorher wohl überlegt, das als Nahrung zu reichende Fleisch sorgfältigst gereinigt, den Harn allen direkt aufgefangen, den Koth abgegrenzt; da stellte sich gleich bei den ersten Reihen heraus, dass das Stickstoffdeficit im Harn und Koth keineswegs so bedeutend ist, als es von allen übrigen Beobachtern, ausser Bidder und Schmidt, angegeben worden war, ja ich musste bald zur Ueberzeugung kommen, dass dasselbe gar nicht existirt, denn es glichen sich bei den meisten Versuchen der Stickstoff der Nahrung und des Harns und Koths innerhalb der Grenzen, wie sie hier in Betracht kommen können, aus.

Ich habe in meinen physiologisch-chemischen Untersuchungen 5 Versuchsreihen an 2 grossen Hunden, die mit bedeutenden Mengen reinen Fleisches gefüttert wurden, mitgetheilt, deren Ergebnisse ich hier nochmals aufführe:

1) (S. 19.) Hund I., 3tägige Reihe; Abnahme des Gewichts 830 Grmm.

im Fleisch = 117.2 Grmm. Stickstoff
{im Harn = 115.6 " "
{im Koth = 2.6 " "

118.2

Differenz = + 1.0 Grmm. = 0.8 %.

2) (S. 21.) Hund I., 3tägige Reihe; Abnahme des Gewichts 53 Grmm.

im Fleisch = 121.1 Grmm. Stickstoff
{im Harn = 118.7 " "
{im Koth = 2.5 " "

121.2

Differenz = + 0.1 Grmm. = 0.09 %.

3) (S. 22.) Hund I., 3tägige Reihe; Zunahme des Gewichts 91 Grmm.

im Fleisch = 180.5 Grmm. Stickstoff
{im Harn = 174.5 " "
{im Koth = 3.4 " "

177.9

Differenz = — 2.6 Grmm. = 1.4 %.

4) (S. 23.) Hund II., 3tägige Reihe; Abnahme des Gewichts 208 Grmm.

im Fleisch = 135.5 Grmm. Stickstoff
{im Harn = 132.1 " "
{in der Galle = 1.7 " "
{im Koth = 3.3 " "

137.1

Differenz = + 1.6 Grmm. = 1.1 %.

5) (S. 24.) Hund II., 4tägige Reihe, Abnahme des Gewichts 255 Grmm.

im Fleisch = 204.0 Grmm. Stickstoff
{im Harn = 197.5 " "
{in der Galle = 2.1 " "
{im Koth = 8.6 " "

208.2

Differenz = + 4.2 Grmm. = 2.0 %.

Durch diese Beobachtungen, welche die von Bidder und Schmidt bestätigten und mit denen von Boussingault, Sacc, Barral, und den frühern von Bischoff in Widerspruch standen, musste man die Ueberzeugung gewinnen, dass wenigstens unter gewissen Umständen aller Stickstoff der Nahrung im Harn und Koth erhalten werden könne. Es war daher die nächste Aufgabe, zu prüfen, wann dies eintritt, um dadurch die Differenzen in diesem Gebiete zu klären und zu beseitigen.

Bischoff und ich hatten uns zur gemeinschaftlichen Verfolgung dieser Aufgabe vereinigt und es gelang uns durch eine grosse Zahl von Versuchen nicht nur meine Angaben zu bestätigen, sondern auch die Ursachen zu finden, warum die Mehrzahl der frühern Beobachter nicht im Stande war, allen Stickstoff im Harn und Koth nachzuweisen.

Nachdem dies unserer Meinung nach festgestellt war, konnte man mit Recht aus dem Stickstoff von Harn und Koth Rückschlüsse auf die Zersetzung der stickstoffhaltigen Stoffe im Körper machen und sich von ausgedehnten Untersuchungen der Art wieder Erfolge versprechen. Wir haben daher mehrere Jahre hindurch an demselben Thier gemeinschaftliche Versuche unter den verschiedensten Bedingungen angestellt und es liessen sich aus den Ergebnissen derselben, die in unserm Buche „die Gesetze der Ernährung des Fleischfressers 1860“ enthalten sind, allgemeine Folgerungen ableiten.

Da es trotz unserer Experimente von mancher Seite noch nicht als bewiesen erachtet wird, dass aller Stickstoff der im Körper zerstörten stickstoffhaltigen Substanzen, soweit es für unsere Fragen in Betracht kommen kann, im Harn und Koth ausgeschieden wird, auf der Wahrheit dieses Satzes aber unsere und alle Arbeiten der Art gegründet sind, so dass sie damit stehen und fallen, so habe ich alle Mittel, die möglich sind, aufgeboten, um für den, der sich der Wahrheit nicht von vornherein verschliessen will, jeden Zweifel zu entfernen.

Ich werde vorerst Beispiele aus unserer gemeinschaftlichen Arbeit, vorzüglich aber neuere aus eigenen noch nicht veröffentlichten Versuchen bringen, aus denen hervorgeht, dass bei einem Hunde unter den mannigfaltigsten Verhältnissen der Stickstoff der Nahrung im Harn und Koth sich finden lässt; dieser Aufzählung werde ich die Gründe beifügen, warum dadurch das vollständige Erscheinen des im Körper verbrauchten Stickstoffs in den angegebenen Exkreten bewiesen wird. Für das Gleiche wird ein Versuch von Pettenkofer und mir sprechen, bei dem die Elemente aller Ausgaben sich genau mit denen der Einnahmen deckten; ferner das völlige Erscheinen der nicht flüchtigen Phosphorsäure der Nahrung im Harn und Koth zugleich mit dem Stickstoff und die Resultate von Harnstofffütterungen. Ich werde dann für einige weitere Thiere, bei denen früher

Boussingault und Andere das bedeutendste Deficit wahrnahmen, das gleiche Verhalten wie für den Hund constatiren, womit die Angaben dieser Forscher, die als der Hauptbeweis für eine anderweitige Stickstoffausscheidung galten, als vollkommen unrichtig erwiesen sind. Daran wird sich die Erörterung der Frage anschliessen, wann man allen Stickstoff im Harn und Koth antrifft und warum dieser Nachweis früher meistentheils nicht gelang. Es soll endlich dargethan werden, dass ein anderer Abzugsweg des Stickstoffs der im Körper zersetzten Stoffe als durch Harn und Koth durch Nichts erwiesen ist, man also wohl eine grosse Anzahl von Gründen für die von uns vertheidigte Ansicht, aber keinen einzigen dagegen beibringen kann.

I.

Beispiele für das Austreten des Stickstoffs der Nahrung im Harn und Koth bei einem grossen Hunde.

Ich theile vor Allem eine Anzahl von Versuchen an ein und demselben Hunde mit, bei denen der Stickstoff der Nahrung im Harn und Koth zu finden war. Die Zahlen sind zum grössten Theile neueren mit aller Sorgfalt von mir ausgeführten Fütterungsversuchen entnommen, über welche die ausführlichen Mittheilungen erst später folgen werden; zu unserem jetzigen Zwecke ist es genügend, die Art und Menge der Nahrung, den Stickstoffgehalt des Harns und des Koths zu kennen. Ich setze dabei meine frühern Bemerkungen über die Herstellung und Darreichung der Nahrung, über die Auffangung und Analyse des Harns und Koths und über die Genauigkeitsgrenze der Bestimmung des Stickstoffs im Fleisch und Harn als bekannt voraus.

a) Versuche mit verschiedenen Mengen möglichst reiner stickstoffhaltiger Substanz (ausgeschnittenem Muskelfleisch).

1) Neuer Versuch, 1.—4. Mai 1864.

Nach 11 tägigem Hunger und 5 tägiger Fütterung mit 250—450 Grmm. Fleisch während 3 Tagen je 480 Grmm. Fleisch.

1) 35.5 Grmm. Harnstoff
2) 34.5 „ „
3) 35.3 „ „

105.3 Grmm. Harnstoff und 17.1 Grmm. trockner Koth.

im Fleisch = 49.0 Grmm. Stickstoff
{im Harn = 49.2 " "
{im Koth = 1.1 " "

50.3 Grmm. Stickstoff.

Differenz = + 1.3 Grmm. = 2.7 %.
Differenz im Tag = 0.4 Grmm.

2) Neuer Versuch, 7.—12. Juni 1864.

Nach gemischter Kost 6 Tage lang je 800 Grmm. Fleisch.

1) 59.2 Grmm. Harnstoff
2) 60.6 " "
3) 60.8 " "
4) 59.9 " "
5) 57.1 " "
6) 57.2 " "

354.8 Grmm. Harnstoff und 45.8 Grmm. trockner Koth.

im Fleisch = 163.2 Grmm. Stickstoff
{im Harn = 165.5 " "
{im Koth = 3.0 " "

168.5 Grmm. Stickstoff.

Differenz = + 5.3 Grmm. = 3.2 %.
Differenz im Tag = 0.9 Grmm.

3) Aus meiner Schrift: Ueber den Einfluss des Kochsalzes (S. 39) 14. Sept. bis 2. Nov. 1859 nach gemischter Kost während 49 Tagen je 1500 Grmm. Fleisch und verschiedene Mengen Kochsalz.

1) 77,3 Grmm. Harnstoff
2) 109.5 " "
3) 109.9 " "
4) 106.5 " "
5) 107.7 " "
6) 110.0 " "
7) 107.4 " "
8) 107.2 " "
9) 109.5 " "
10) 111.3 " "
11) 108.0 " "
12) 109.1 " "
13) 108.0 " "
14) 111.3 " "
15) 109.9 " "
16) 112.4 " "
17) 114.4 " "
18) 113.2 " "
19) 110.3 " "
20) 112.8 Grmm. Harnstoff
21) 112.1 " "
22) 109.8 " "
23) 112.2 " "
24) 107.3 " "
25) 103.3 " "
26) 110.3 " "
27) 108.0 " "
28) 107.6 " "
29) 110.3 " "
30) 108.3 " "
31) 108.3 " "
32) 110.9 " "
33) 105.0 " "
34) 109.3 " "
35) 112.5 " "
36) 103.3 " "
37) 114.7 " "
38) 114.0 " "

39) 108.6 Grmm. Harnstoff.		45) 115.1 Grmm. Harnstoff.
40) 112.3 „ „		46) 102.4 „ „
41) 113.7 „ „		47) 109.9 „ „
42) 109.8 „ „		48) 108.6 „ „
43) 115.7 „ „		49) 105.5 „ „
44) 111.5 „ „		

5346.2 Grmm. Harnstoff und 470.2 Grmm. trockner Koth.

im Fleisch = 2499.0 Grmm. Stickstoff
{im Harn = 2495.0 „ „
{im Koth = 30.6 „ „

2525.6 Grmm. Stickstoff.

Differenz = + 26.6 Grmm. = 1.0 %.
Differenz im Tag = 0.5 Grmm.

4) Neuer Versuch, 16.—22. Januar 1862.

Nach gemischter Kost während 6 Tagen je 1500 Grmm. Fleisch.

1) 93.1 Grmm. Harnstoff

2) 106.8 „ „
3) 107.2 „ „
4) 107.7 „ „
5) 109.9 „ „
6) 110.7 „ „
7) 109.2 „ „

651,5 Grmm. Harnstoff und 76.7 Grmm. trockner Koth.

im Fleisch = 306.0 Grmm. Stickstoff
{im Harn = 304.3 „ „
{im Koth = 4.2 „ „

308.5 Grmm. Stickstoff

Differenz = + 2.5 Grmm. = 0.7 %.
Differenz im Tag = 0.4 Grmm.

5) Neuer Versuch, 16.—25. März 1862.

Nach 10tägigem Hunger während 9 Tagen je 1500 Grmm. Fleisch.

1) 89.3 Grmm. Harnstoff

2) 108.1 „ „
3) 106.1 „ „
4) 106.5 „ „
5) 108.4 „ „
6) 107.9 „ „
7) 103.7 „ „
8) 108.2 „ „
9) 111.2 „ „
10) 111.8 „ „

971.9 Grmm. Harnstoff und 115.4 Grmm. trockner Koth.

im Fleisch = 459.0 Grmm. Stickstoff
{im Harn = 453.5 „ „
{im Koth = 7.2 „ „

460.7 Grmm. Stickstoff.

Differenz = + 1.7 Grmm. = 0.4 %.
Differenz im Tag = 0.2 Grmm.

6) Neuer Versuch, 6.—17. April 1862.

Nach 10tägiger Darreichung von 100 Grmm. Fett während 11 Tagen je 1500 Grmm. Fleisch.

1) 85.0 Grmm. Harnstoff	7) 104.3 Grmm. Harnstoff.
2) 103.9 „ „	8) 105.8 „ „
———	9) 109.4 „ „
3) 105.9 „ „	10) 110.3 „ „
4) 104.8 „ „	11) 109.9 „ „
5) 101.8 „ „	12) 110.0 „ „
6) 103.8 „ „	13) 107.5 „ „

1173.6 Grmm. Harnstoff und 122.8 Grmm. trockner Koth.

im Fleisch = 561.0 Grmm. Stickstoff
{im Harn = 547.7 „ „
{im Koth = 6.6 „ „

554.3 Grmm. Stickstoff.

Differenz = — 6.7 Grmm. = 1.0 %.
Differenz im Tag = 0.6 Grmm.

7) Neuer Versuch, 3.—9. August 1862.

Nach längerer Fütterung mit 500 Grmm. Fleisch und 200 Grmm. Fett während 6 Tagen je 1500 Grmm. Fleisch.

1) 92.8 Grmm. Harnstoff
2) 101.6 „ „
3) 102.5 „ „
———
4) 104.2 „ „
5) 108.6 „ „
6) 107.7 „ „
7) 109.9 „ „
8) 109.1 „ „
9) 112.2 „ „

651.7 Grmm. Harnstoff und 48.0 Grmm. trockner Koth.

im Fleisch = 306.0 Grmm. Stickstoff
{im Harn = 304.1 „ „
{im Koth = 3.1 „ „

307.2 Grmm. Stickstoff.

Differenz = + 1.2 Grmm. = 0.4 %.
Differenz im Tag = 0.2 Grmm.

8) Neuer Versuch, 20. Februar bis 9. März 1863.

Nach gemischtem Fressen erhielt der Hund längere Zeit täglich 1500 Grmm. Fleisch; an 5 Tagen (25. Februar bis 1. März) hatte er als Beigabe Harnsäure bekommen, daher diese weggelassen und hier nur 12 Tage berechnet werden.

1)	85.1	Grmm.	Harnstoff	9)	106.8	Grmm.	Harnstoff.
2)	101.3	„	„	10)	108.5	„	„
3)	104.1	„	„	11)	106.3	„	„
4)	105.4	„	„	12)	110.4	„	„
5)	106.6	„	„	13)	108.1	„	„
6)	107.2	„	„	14)	105.1	„	„
7)	107.6	„	„	15)	100.4	„	„
8)	110.6	„	„	16)	115.0	„	„

1292.6 Grmm. Harnstoff und 132 Grmm. trockner Koth.

im Fleisch = 612.0 Grmm. Stickstoff
{im Harn = 603.3 „ „
{im Koth = 8.6 „ „
611.9 Grmm. Stickstoff.

Differenz = — 0,1 Grmm. = 0.
Differenz im Tag = 0.01 Grmm.

9) Neuer Versuch, 1.—14. April 1863.

Nach mehrtägiger Fütterung mit 1500 Grmm. Fleisch und 150 Grmm. Fett während 13 Tagen je 1500 Grmm. Fleisch.

1)	105.8	Grmm.	Harnstoff	8)	107.1	Grmm.	Harnstoff
2)	103.1	„	„	9)	105.6	„	„
3)	109.1	„	„	10)	106.1	„	„
4)	106.5	„	„	11)	103.7	„	„
5)	107.6	„	„	12)	109.1	„	„
6)	105.3	„	„	13)	113.1	„	„
7)	107.0	„	„				

1385.1 Grmm. Harnstoff und 114 Grmm. trockner Koth.

im Fleisch = 663.0 Grmm. Stickstoff
{im Harn = 648.3 „ „
{im Koth = 7.4 „ „
655.7 Grmm. Stickstoff.

Differenz = — 7.03 Grmm. = 1.1 %.
Differenz im Tag = 0.6 Grmm.

10) Neuer Versuch, 7.—21. Juni 1863.

Nach 42 tägiger Fütterung mit 500 Grmm. Fleisch während 14 Tagen je 1500 Grmm. Fleisch.

1) 88.1 Grmm. Harnstoff		11) 108.4 Grmm. Harnstoff	
2) 94.6 „ „		12) 110.2 „ „	
3) 100.4 „ „		13) 109.6 „ „	
4) 102.8 „ „		14) 108.9 „ „	
5) 104.1 „ „		15) 107.8 „ „	
6) 104.7 „ „		16) 109.3 „ „	
7) 108.5 „ „		17) 105.7 „ „	
8) 108.8 „ „		18) 104.6 „ „	
9) 108.8 „ „		19) 114.0 „ „	
10) 104.5 „ „		20) 114.4 „ „	

1523.4 Grmm. Harnstoff und 109 Grmm. trockner Koth.

im Fleisch = 714.0 Grmm. Stickstoff
{im Harn = 711.4 „ „
{im Koth = 7.1 „ „

718.5 Grmm. Stickstoff.

Differenz = + 4.5 Grmm. = 0.6 %.
Differenz im Tag = 0.3 Grmm.

11) Neuer Versuch, 8.—31. Mai 1864.

Nach 3tägiger Fütterung mit 480 Grmm. Fleisch während 23 Tagen je 1500 Grmm. Fleisch.

1) 82.4 Grmm. Harnstoff	15) 107.9 Grmm. Harnstoff
2) 100.9 „ „	16) 110.0 „ „
3) 105.0 „ „	17) 109.1 „ „
4) 104.9 „ „	18) 110.3 „ „
5) 107.9 „ „	19) 112.4 „ „
6) 107.1 „ „	20) 106.2 „ „
7) 107.4 „ „	21) 109.6 „ „
8) 108.1 „ „	22) 107.8 „ „
9) 103.6 „ „	23) 109.3 „ „
10) 104.3 „ „	24) 108.4 „ „
11) 107.1 „ „	25) 106.1 „ „
12) 114.0 „ „	26) 109.1 „ „
13) 110.3 „ „	27) 108.5 „ „
14) 108.4 „ „	

2493.0 Grmm. Harnstoff und 205.5 Grmm. trockner Koth.

im Fleisch = 1173.0 Grmm. Stickstoff
{im Harn = 1163.5 „ „
{im Koth = 13.4 „ „

1176.9 Grmm. Stickstoff.

Differenz = + 3.9 Grmm. = 0.3 %.
Differenz im Tag = 0.2 Grmm.

12) Aus unserem Buche, 14.—19. Oktober 1857.

Nach Brodfütterung während 5 Tagen im Mittel 1784 Grmm. Fleisch für 24 Stunden.

1) 105.3 Grmm. Harnstoff
2) 119.7 „ „

3) 128.6 „ „
4) 130.6 „ „
5) 113.3 „ „
6) 131.2 „ „
7) 132.8 „ „

636.5 Grmm. Harnstoff und 72.3 Grmm. trockner Koth.

im Fleisch = 308.3 Grmm. Stickstoff
{im Harn = 297.0 „ „
{im Koth = 4.7 „ „

301.7 Grmm. Stickstoff.

Differenz = 1.6 Grmm. = 0.5 %.
Differenz im Tag = 0.3 Grmm.

13) Aus unserem Buche (S. 56) 11.—16. Nov. 1858.

Nach 41tägiger Brodfütterung 5 Tage je 1800 Grmm. Fleisch.

1) 86.8 Grmm. Harnstoff
2) 118.5 „ „

3) 131.8 „ „
4) 120.8 „ „
5) 131.7 „ „
6) 123.7 „ „
7) 123.7 „ „

631 7 Grmm. Harnstoff und 73.8 Grmm. trockner Koth.

im Fleisch = 306.0 Grmm. Stickstoff
{im Harn = 294.8 „ „
{im Koth = 4.8 „ „

299.6 Grmm. Stickstoff.

Differenz = — 6.4 Grmm. = 2 %.
Differenz im Tag = 1.3 Grmm.

14) Aus unserem Buche (S. 79) 25. März bis 1. April 1859.

Nach gemischtem Fressen während 7 Tagen je 1800 Grmm. Fleisch.

1) 108.5 Grmm. Harnstoff
2) 123.2 „ „
3) 123.8 „ „

4) 127.5 „ „
5) 129.3 „ „

6) 129.3 Grmm. Harnstoff
7) 126.4 „ „
8) 126.3 „ „
9) 127.9 „ „
10) 127.6 „ „

894.3 Grmm. Harnstoff und 72 Grmm. trockner Koth.

im Fleisch = 428.4 Grmm. Stickstoff
{im Harn = 417.3 „ „
{im Koth = 4.7 „ „

422.0 Grmm. Stickstoff.

Differenz = — 6.4 Grmm. = 1.5 %.
Differenz im Tag = 0.9 Grmm.

15) Neuer Versuch, 21.—29. Juni 1863.

Nach 20tägiger Fütterung mit 1500 Grmm. Fleisch während 8 Tagen je 2000 Grmm. Fleisch.

1) 142.5 Grmm. Harnstoff
2) 140.4 „ „
3) 142.2 „ „
4) 140.4 „ „
5) 140.7 „ „
6) 151.9 „ „
7) 147.9 „ „
8) 145.7 „ „

1151.7 Grmm. Harnstoff und 104.8 Grmm. trockner Koth.

im Fleisch = 544.0 Grmm. Stickstoff
{im Harn = 537.5 „ „
{im Koth = 6.8 „ „

544.3 Grmm. Stickstoff.

Differenz = + 0.3 Grmm. = 0.1 %.
Differenz im Tag = 0.01 Grmm.

16) Neuer Versuch, 7.—12. Juni 1864.

Nach längerer Fütterung mit 1500 Grmm. Fleisch während 5 Tagen je 2000 Grmm. Fleisch.

1) 140.0 Grmm. Harnstoff
2) 144.2 „ „
3) 142.3 „ „
4) 141.7 „ „
5) 142.9 „ „

711.1 Grmm. Harnstoff und 50 Grmm. trockner Koth.

im Fleisch = 340.0 Grmm. Stickstoff
{im Harn = 331.9 „ „
{im Koth = 3.2 „ „

335.1 Grmm. Stickstoff.

Differenz = — 4.9 Grmm. = 1.4 %.
Differenz im Tag = 1.0 Grmm.

17) Aus unserem Buche (S. 88) 22.—25. Januar 1858.

Vorher 1500 Grmm. Fleisch und 350 Grmm. Fett; nun 3 Tage je 2200 Grmm. Fleisch.

1) 150.1 Grmm. Harnstoff
2) 146.7 „ „
3) 166 9 „ „

463.7 Grmm. Harnstoff und 64.6 Grmm. trockner Koth.

im Fleisch = 224.4 Grmm. Stickstoff
{im Harn = 216 5 „ „
{im Koth = 4.2 „ „

220.7 Grmm. Stickstoff.

Differenz = — 3.7 Grmm. = 1.6 %.
Differenz im Tag = 1.2 Grmm.

18) Aus unserem Buche (S. 88) 29. Januar bis 1. Februar 1858.

Nach sehr reichlicher Fleischnahrung während 4 Tagen je 2200 Grmm. Fleisch.

1) 145.0 Grmm. Harnstoff
2) 163.1 „ „
3) 158.5 „ „
4) 153.5 „ „

620.1 Grmm. Harnstoff und 86 Grmm. trockner Koth.

im Fleisch = 299.2 Grmm. Stickstoff
{im Harn = 289.6 „ „
{im Koth = 5.6 „ „

295.2 Grmm. Stickstoff.

Differenz = — 4.0 Grmm. = 1.4 %.
Differenz im Tag = 1.0 Grmm.

19) Aus unserem Buche (S. 94) 7. Dezember 1858.

Nach 4tägiger Fütterung mit 1800 Grmm. Fleisch 1 Tag 2500 Grmm. Fleisch.

1) 155.3 Grmm. Harnstoff
2) 179.0 „ „
3) 183.8 „ „ und 11 Grmm. trockner Koth.

im Fleisch = 85.0 Grmm. Stickstoff
{im Harn = 85.8 „ „
{im Koth = 0.7 „ „

86.5 Grmm. Stickstoff.

Differenz = + 1.5 Grmm. = 1.7 %.

20) Neuer Versuch, 3. April 1861.

Nach Fütterung mit 1800 Grmm. Fleisch und 450 Grmm. Stärke 1 Tag 2500 Grmm. Fleisch.

1) 155.2 Grmm. Harnstoff
2) 180.8 „ „ und 15.4 Grmm. trockner Koth.

im Fleisch = 85.0 Grmm. Stickstoff
{im Harn = 84.4 „ „
{im Koth = 1.0 „ „
85.4 Grmm. Stickstoff.

Differenz = + 0.4 Grmm. = 0.5 %.

Dies sind die Ergebnisse der Versuche mit reiner Fleischnahrung, die sich noch durch eine sehr grosse Anzahl anderer, welche nur wenige Tage fortgeführt wurden, bestätigen liessen; es mag jedoch mit den angegebenen Zahlen genug sein.

b) Versuche mit Zusatz anderer Nahrungsstoffe zu reinem Fleisch.

1) Aus unserem Buche (S. 138) 19.—22. April 1859.

Nach 4 tägiger Fütterung mit 500 Grmm. Fleisch und 100 Grmm. Fett während 3 Tagen je 500 Grmm. Fleisch und 200 Grmm. Fett.

1) 37.8 Grmm. Harnstoff
2) 35.6 „ „
3) 32.6 „ „
106.0 Grmm. Harnstoff und 41,1 Grmm. trockner Koth mit 25.6 Grmm. Fleischkoth.

im Fleisch = 51.0 Grmm. Stickstoff
{im Harn = 49.4 „ „
{im Koth = 1.7 „ „
51.1 Grmm. Stickstoff.

Differenz = + 0.1 Grmm. = 0.2 %.
Differenz im Tag = 0.03 Grmm.

2) Neuer Versuch, 4.—24. November 1864.

Nach gemischtem Fressen während 20 Tagen je 500 Grmm. Fleisch und 100 Grmm. Fett.

1) 37.1 Grmm. Harnstoff		11) 35.9 Grmm Harnstoff	
2) 36.3	„ „	12) 34.2	„ „
3) 35.6	„ „	13) 34.9	„ „
4) 34.6	„ „	14) 34.6	„ „
5) 35.0	„ „	15) 34.8	„ „
6) 33.5	„ „	16) 35.1	„ „
7) 34.5	„ „	17) 34.6	„ „
8) 35.6	„ „	18) 34.5	„ „
9) 35.6	„ „	19) 34.1	„ „
10) 34.7	„ „	20) 35.6	„ „

700.9 Grmm. Harnstoff und 196.9 Grmm. trockner Koth mit 122.1 Grmm. Fleischkoth.

im Fleisch = 340.0 Grmm. Stickstoff
{im Harn = 327.3 „ „
{im Koth = 7.9 „ „

335.2 Grmm. Stickstoff.

Differenz = — 4.8 = 1.4 %.
Differenz im Tag = 0.24 Grmm.

3) Neuer Versuch, 3. Juni bis 31. Juli 1862.

Nach langer Fütterung mit 500 Grmm. Fleisch und 200 Grmm. Stärke während 58 Tagen je 500 Grmm. Fleisch und 200 Grmm. Fett.

1)	37.6	Grmm.	Harnstoff	30)	35.3	Grmm.	Harnstoff
2)	35.9	„	„	31)	33.4	„	„
3)	36.1	„	„	32)	33.7	„	„
4)	36.3	„	„	33)	33.4	„	„
5)	37.0	„	„	34)	34.3	„	„
6)	36.0	„	„	35)	33.6	„	„
7)	37.9	„	„	36)	37.1	„	„
8)	34.9	„	„	37)	33.9	„	„
9)	35.0	„	„	38)	34.1	„	„
10)	35.4	„	„	39)	35.8	„	„
11)	33.7	„	„	40)	33.0	„	„
12)	34.8	„	„	41)	32.1	„	„
13)	30.2	„	„	42)	34.7	„	„
14)	31.2	„	„	43)	35.3	„	„
15)	33.7	„	„	44)	35.2	„	„
16)	33.4	„	„	45)	35.0	„	„
17)	33.5	„	„	46)	35.1	„	„
18)	32.9	„	„	47)	32.8	„	„
19)	32.9	„	„	48)	36.5	„	„
20)	35.3	„	„	49)	37.5	„	„
21)	35.2	„	„	50)	32.4	„	„
22)	33.9	„	„	51)	36.0	„	„
23)	35.0	„	„	52)	37.7	„	„
24)	35.1	„	„	53)	37.2	„	„
25)	36.7	„	„	54)	36.8	„	„
26)	34.5	„	„	55)	35.1	„	„
27)	35.6	„	„	56)	34.5	„	„
28)	34.6	„	„	57)	34.1	„	„
29)	34.3	„	„	58)	37.6	„	„

2022.0 Grmm. Harnstoff und 851.7 Grmm. trockner Koth mit 601.5 Grmm. Fleischkoth.

im Fleisch = 986.0 Grmm. Stickstoff
{im Harn = 943.7 „ „
{im Koth = 39.1 „ „

982.8 Grmm. Stickstoff.

Differenz = — 3.2 = 0.3 %.
Differenz im Tag = 0.05 Grmm.

4) Neuer Versuch, 30. Dezember 1860 bis 4. Januar 1861.

Nach gemischtem Fressen während 5 Tagen je 800 Grmm. Fleisch und 200 Grmm. Fett.

1) 50.5 Grmm. Harnstoff
2) 51.8 „ „
3) 57.7 „ „
4) 60.4 „ „
5) 57.3 „ „

277.7 Grmm. Harnstoff und 84.7 Grmm. trockner Koth mit 58.3 Grmm. Fleischkoth.

im Fleisch = 136.0 Grmm. Stickstoff
{im Harn = 129.6 „ „
{im Koth = 3.8 „ „

133.4 Grmm. Stickstoff.

Differenz = — 2.6 Grmm. = 1.9 %.
Differenz im Tag = 0.5 Grmm.

5) Aus unserem Buche (S. 121), 9.—12. Februar 1858.

Nach längerer Fütterung mit 1500 bis 1150 Grmm. Fleisch und 150 Grmm. Fett während 3 Tagen 1000 Grmm. Fleisch und 150 Grmm. Fett.

1) 80.1 Grmm. Harnstoff
2) 67.5 „ „
3) 72.6 „ „

220.2 Grmm. Harnstoff und 42.6 Grmm. trockner Koth mit 29.43 Grmm. Fleischkoth.

im Fleisch = 102.0 Grmm. Stickstoff
{im Harn = 102.7 „ „
{im Koth = 1.6 „ „

104.3 Grmm. Stickstoff.

Differenz = + 2.3 Grmm. = 2.3 %.
Differenz im Tag = 0.8 Grmm.

6) Aus unserem Buche, 3.—6. Februar 1858.

Nach Fütterung mit 1500 Grmm. Fleisch und 150 Grmm. Fett während 3 Tagen 1400 Grmm. Fleisch und 150 Grmm. Fett.

1) 102.5 Grmm. Harnstoff
2) 101.8 „ „
3) 97.2 „ „

301.5 Grmm. Harnstoff und 33.1 Grmm. trockner Koth mit 23.1 Grmm. Fleischkoth.

im Fleisch = 142.8 Grmm. Stickstoff
{im Harn = 140.7 „ „
{im Koth = 1.5 „ „

142.2 Grmm. Stickstoff.

Differenz = — 0.6 Grmm. = 0.4 %.
Differenz im Tag = 0.2 Grmm.

7) Neuer Versuch, 9.—17. März 1863.

Nach 21 tägiger Fütterung mit 1500 Grmm. Fleisch während 8 Tagen je 1500 Grmm. Fleisch und 30 Grmm. Fett.

1) 104.6 Grmm. Harnstoff
2) 111.6 „ „
3) 108.0 „ „
4) 108.0 „ „
5) 105.2 „ „
6) 103.7 „ „
7) 105.1 „ „
8) 107.4 „ „

853.6 Grmm. Harnstoff und 82.9 Grmm. trockner Koth mit 70.7 Grmm. Fleischkoth.

im Fleisch = 408.0 Grmm. Stickstoff
{im Harn = 398.6 „ „
{im Koth = 4.6 „ „
403.2 Grmm. Stickstoff.

Differenz = — 4.8 Grmm. = 1.2 %.
Differenz im Tag = 0.6 Grmm.

8) Neuer Versuch, 17.—20. März 1863.

Nach 8 tägiger Fütterung mit 1500 Grmm. Fleisch und 30 Grmm. Fett während 3 Tagen 1500 Grmm. Fleisch und 60 Grmm. Fett.

1) 107.6 Grmm. Harnstoff
2) 107.9 „ „
3) 106.3 „ „

321.8 Grmm. Harnstoff und 46.0 Grmm. trockner Koth mit 37.0 Grmm. Fleischkoth.

im Fleisch = 153.0 Grmm. Stickstoff
{im Harn = 150.2 „ „
{im Koth = 2.4 „ „
152.6 Grmm. Stickstoff.

Differenz = — 0.4 Grmm. = 0.2 %.
Differenz im Tag = 0.1 Grmm.

9) Neuer Versuch, 24. Januar bis 1. Februar 1862.

Nach 7 tägiger Fütterung mit 1500 Grmm. Fleisch während 8 Tagen je 1500 Grmm. Fleisch und 150 Grmm. Fett.

1) 102.1 Grmm. Harnstoff
2) 103.4 „ „
3) 107.3 „ „
4) 106.1 „ „
5) 104.1 „ „
6) 102.6 Grmm. Harnstoff
7) 109.9 „ „
8) 107.6 „ „
9) 108.1 „ „
10) 111.0 „ „

856.8 Grmm. Harnstoff u. 140.7 Grmm. trockner Koth mit 126.1 Grmm. Fleischkoth.

im Fleisch = 408.0 Grmm. Stickstoff
{im Harn = 400.1 " "
{im Koth = 8.2 " "

408.3 Grmm. Stickstoff.

Differenz = + 0.3 Grmm. = 0.07 %.
Differenz im Tag = 0.4 Grmm.

10) Aus unserem Buche (S. 112), 6—8. April 1859.

Nach längerer Fütterung mit 1800 Grmm. Fleisch während 2 Tagen 1800 Grmm. Fleisch und 250 Grmm. Fett.

1) 117.9 Grmm. Harnstoff
2) 113.5 " "
3) 120.8 " "
4) 115.7 " "
5) 119.7 " "

6) 127.5 " "
7) 130.0 " "

257.5 Grmm. Harnstoff und 35.3 Grmm. trockner Koth mit 22.7 Grmm. Fleischkoth.

im Fleisch = 122.4 Grmm. Stickstoff
{im Harn = 120.2 " "
{im Koth = 1.4 " "

121.6 Grmm. Stickstoff.

Differenz = — 0.8 Grmm. = 0.6 %.
Differenz im Tag = 0.4 Grmm.

11) Aus unserem Buche (S. 172), 26.—29. Juni 1859.

Vorher einige Tage 500 Grmm. Fleisch und 300 Grmm. Zucker; nun während 3 Tagen je 500 Grmm. Fleisch und 200 Grmm. Zucker.

1) 31.8 Grmm. Harnstoff
2) 37.3 " "
3) 37.6 " "

106.7 Grmm. Harnstoff und 21.4 Grmm. trockner Koth (7.92 % N.).

im Fleisch = 51.0 Grmm. Stickstoff
{im Harn = 49.8 " "
{im Koth = 1.7 " "

51.5 Grmm. Stickstoff.

Differenz = + 0.5 Grmm. = 0.9 %.
Differenz im Tag = 0.16 Grmm.

12) Aus unserem Buche (S. 216), 1. Mai 1858.

Nach Fütterung mit 1600 Grmm. Fleisch an 1 Tag 1100 Grmm. Fleisch und 100 Grmm. Leim.

110.6 Grmm. Harnstoff und 11.9 Grmm. trockner Koth (4.2 % N.).

{im Fleisch = 37.4 Grmm. Stickstoff
{im Leim = 14.0 „ „

51.4 Grmm. Stickstoff.

{im Harn = 51.6 Grmm. Stickstoff
{im Koth = 0.5 „ „

52.1 Grmm. Stickstoff.

Differenz = + 0.7 Grmm. = 1.3 %.

Ich beschliesse hiemit die Aufzählung von Versuchen, bei denen aller Stickstoff der Nahrung, soweit man es vernünftiger Weise verlangen kann, im Harn und Koth wieder zu finden war. Es sind darunter Beobachtungs-Reihen von 23, 49 und 58 Tagen. Die verwertheten Versuche umfassen im Ganzen einen Zeitraum von 288 Tagen.

Ich kann Jedem zeigen, dass in wenigen Tagen aller Stickstoff einer ausreichenden Nahrung beim Hunde im Harn und Koth nachzuweisen ist; ja ich will es unternehmen, den Stickstoffgehalt einer grossen Portion Fleisch, das ich durch den Hund in die im Harn so leicht bestimmbaren Zersetzungsprodukte umsetzen lasse, genauer zu ermitteln als durch die direkte Elementaranalyse in einer kleinen Probe und Berechnung auf die Gesammtmenge.

II.

Besprechung der gegen die Beweiskraft dieser Versuche erhobenen Einwände.

Es giebt unbegreiflicher Weise Physiologen, welche unsere früheren Versuche ganz ignoriren und den Satz vom Austreten des Stickstoffs durch Harn und Koth als eine pure Einbildung und Erfindung von uns hinstellen. Zu diesen gehört Funke, der in seinem Lehrbuche (4. Aufl. S. 624) sagt, dass die Annahme, aller Stickstoff werde durch den Harnstoff des Harns und den Koth ausgeschieden, eines direkten Beweises bedurft hätte. Dies sieht für den der Sache ferner Stehenden so aus, als ob wir nicht die mindeste Anstrengung gemacht hätten, uns von der Wahrheit dieses

Ausspruchs zu überzeugen. Da beinahe alle Forscher und auch wir vor unsern Arbeiten an ein Deficit glaubten, so konnten wir doch nicht auf einmal das Entgegengesetzte annehmen, ohne uns durch Experimente vom Gegentheil überzeugt zu haben. Es handelt sich hier nicht um eine Annahme, sondern um die Auslegung des Resultats vieler Versuche. Funke hätte allenfalls wie Andere angeben können, warum er die damals vorliegenden Versuche nicht für beweiskräftig hält, dann wäre es vielleicht nothwendig gewesen, seine Einwürfe zu widerlegen. Er hat es aber gar nicht der Mühe werth gefunden, wie ich schon früher bei einer andern Gelegenheit bemerkte, unser Buch aufmerksam zu lesen, sonst könnte er (S. 620) sich nicht äussern: „es muss zugegeben werden, dass bei den Schmidt'schen Versuchsthieren wahrscheinlich nahezu aller eingenommene Stickstoff als Harnstoff wieder erschienen ist, die übrigen Abzugsquellen jedenfalls äusserst wenig Stickstoff entführt haben." Ich möchte nun wissen, warum Bidder und Schmidt im Rechte sein sollen, während wir aufs Härteste verdammt werden? Ich habe (S. 20) gezeigt, dass Bidder und Schmidt ihren Satz auf 2 Versuchsreihen an Katzen stützen; bei einer neuntägigen Reihe finden sie den Stickstoff der Nahrung bis auf 3% im Harn und Koth und bei einer 23tägigen bis auf 2%. Wir folgerten das Gleiche aus ähnlichen Beobachtungen an Hunden; als Funke seine Bemerkungen schrieb, lagen vor: erstens meine 5 frühern 3—4tägigen Reihen, bei denen der Verlust 0,09—2% betrug; dann die 12 oben angegebenen von 1 bis zu 7 Tagen währenden Reihen unserer gemeinschaftlichen Untersuchung, die im höchsten Fall ein Deficit von 2% ergaben und endlich die 49tägige von mir allein ausgeführte Reihe (in meiner Schrift über den Einfluss des Kochsalzes) mit einem Deficit von 1%. Wenn Jemand am Schreibtisch so wegwerfende Urtheile über wissenschaftliche Arbeiten fällen will, wie Funke es thut, so sollte er doch wenigstens in den Thatsachen nicht eine so vollkommene Unkenntniss verrathen. Bidder und Schmidt hatten nicht mehr gethan wie wir, um das Erscheinen alles Stickstoffs im Harn und Koth der Katze zu beweisen. Gibt Funke daher Bidder und Schmidt Recht, so können wir dasselbe ebenfalls in Anspruch nehmen; giebt er uns Unrecht, so muss er erstere mit dem gleichen

Maass messen. Ich bin begierig, für welche Alternative er sich entscheiden wird.

Man könnte obigen Versuchen gegenüber einwenden, es sei die Ausscheidung alles Stickstoffs der im Körper zersetzten Bestandtheile durch Harn und Koth noch nicht bewiesen, wenn auch in einzelnen Fällen in einem gewissen Zeitabschnitt gerade so viel Stickstoff, wie in der Nahrung gereicht wurde, im Harn und Koth sich finden lässt.

Ich bin gefragt worden, warum denn der Stickstoff der Nahrung gerade in 24 Stunden aller entleert werden soll und nicht in 18 oder 30; die Annahme von 24 Stunden sei doch jedenfalls eine ganz willkührliche und somit auch das in gewissen Fällen beobachtete Auftreten alles Stickstoffs nur eine zufällige Erscheinung.

Man muss, um die einzelnen Zahlenwerthe unter sich vergleichen zu können, eine bestimmte Zeit als Einheit wählen. Bei den meisten Untersuchungen hat man sich ohne einen besondern Grund für die Zeit von 24 Stunden entschieden. Wir haben die gleiche Zeit mit bestimmter Absicht angenommen.

Wenn man die Bedeutung einer Nahrung oder irgend einer Substanz für die Vorgänge im Organismus studiren will, so muss man natürlich sicher sein, dass dieselbe in der als Einheit angenommenen Zeit vollkommen in die Säftemasse des Körpers übergegangen ist und ihre Wirkungen entfaltet hat. Der Gesammt-Stickstoff der Nahrung erscheint nicht in 3 oder 6 Stunden in den Exkreten, weil nach dieser Zeit noch unverdaute Theile im Darm befindlich sind. Man weiss aber aus vielfältiger Erfahrung bei Menschen und Thieren mit Magen- und Dünndarmfisteln, dass in 6—9 Stunden die gesammte Nahrung diese Stellen des Darmes passirt hat. Es ist mir durch Versuche bekannt, dass der Darm eines Fleischfressers 24 Stunden nach der Einnahme der Nahrung bis auf das unterste Stück des Dickdarms leer ist und sich der Koth vollkommen gebildet hat.

Eine Katze wurde 24 Stunden nach der letzten Mahlzeit, wobei sie 250 Grmm. reines Fleisch gefressen hatte, getödtet; der Magen zeigte sich völlig leer und die Wand desselben nur schwach sauer reagirend; im Dünndarm war kein Ueberrest des verzehrten Fleisches

vorhanden, denn im Anfangsstück desselben bedeckte die innere Oberfläche ein schwach saurer und im untern Ende ein gelbröthlicher, Galle enthaltender, schwach alkalisch reagirender Schleim; im untersten Theil des Dickdarms fand sich etwas fester Koth von den frühern Tagen der Fleischfütterung angehäuft, von dem der vom vergangenen Tag herrührende als eine etwas weichere breiige Masse leicht unterschieden werden konnte; der erstere löst sich leicht von der Darmwand ab, der letztere ist etwas schwerer zu trennen; der weichere ist ausgebildeter schwarzer pechartiger Fleischkoth und enthält keine histologischen Ueberreste des Fleisches mehr[1]), kein Eiweiss oder Muskelfaserstoff; er unterscheidet sich vom Koth der vorausgehenden Tage nur durch einen etwas grössern Wasserreichthum; der frühere enthielt nämlich 31.01% feste Bestandtheile, der vom Tag vorher 21.63%.

Da man im Stande ist die verschiedenen Kothsorten beim Fleischfresser genau abzugrenzen, so kann man leicht entscheiden, wann der Koth einer vorher aufgenommenen Nahrung entleert wird; da-

---

[1]) Funke (Physiol. Thl. I. S. 315) bemerkt: „Dass nie alles von Thieren verzehrte Fleisch, selbst wenn nur geringe Mengen genossen wurden, gelöst wird, ist von allen Beobachtern constatirt; es gehen nicht nur beträchtliche Mengen ungelöster Fasern in den Darm über, sondern auch die Exkremente enthalten constant unverdaute Muskelbündel.“ Dies ist nicht richtig. Frerichs (Handwörterbuch Bd. 3. a. S. 815) sagte allerdings, eine vollständige Auflösung der Fleischfasern erfolge wohl niemals, der grössere Theil werde unbenützt wieder ausgeschieden und er setzte zu, dass Spallanzani, Leuret Lassaigne, Schultz und Blondlot mehr oder minder bestimmt die unvollständige Lösung der Muskelfasern andeuten. Dagegen haben aber Bidder und Schmidt (Verdauungssäfte etc. S. 89 u. 111) angegeben, dass beim Hund trotz ausschliesslicher Fleischdiät durchaus kein unverdautes Fleisch entleert werde; Bischoff (Harnstoff S. 91) fand auch bei übermässiger Fleischfütterung mit Hilfe des Mikroscopes keine unverdauten Fleischreste im Koth; und bei unserer gemeinschaftlichen Untersuchung. haben wir nie unverdaute Fleischfasern entdecken können. (Gesetze S. 291.)

Der Fleischkoth hat eine ganz andere Zusammensetzung wie das Fleisch und ist zum grössten Theile kein Residuum der Fleischnahrung; dafür spricht die geringe Menge des Stickstoffs im trockenen Koth (6.4 %) gegenüber der des trockenen Fleisches (14.1 %); die geringe Menge des im Tag gebildeten trockenen Koths (10 Grmm.) auch bei reichlichster Fleischfütterung (1800 Grmm.) und endlich die geringen Schwankungen in der Kothmenge trotz der grössten Verschiedenheit in der Menge des verzehrten Fleisches (5 Grmm. bei 500 Fleisch; 12 Grmm. bei 2000 Fleisch).

durch kann zur Evidenz gezeigt werden, dass die grösste Nahrungsmenge in einem Tag, soweit als es überhaupt geschieht, in die Säfte übergegangen ist, weil sie zu dieser Zeit in einem Theil des Darms angelangt ist, in dem keine weitere Veränderung und Resorption fester Stoffe mehr stattfindet. Das Thier befindet sich dann in nüchternem Zustande und nimmt mit Begierde neue Nahrung zu sich. Es findet aber natürlich nicht in allen Fällen gleich nach der Bildung des Koths seine Ausstossung statt, sondern er wird häufig bei geringerer Kothmenge längere Zeit zurückgehalten.

1) Ein Hund erhielt am 6. Oktober 1857 Vormittag 9 Uhr nach gemischtem Fressen Brod als Nahrung und entleerte schon den folgenden Tag Früh 8 Uhr (also 23 Stunden nach der Nahrungsaufnahme) 114 Grmm. Brodkoth.

2) Bei einer längern Fütterung mit Brod hatte das Thier am 8. Nov. 1858 um 8 Uhr Früh zum letzten Male Brod erhalten und am 9. Nov. Früh 7 Uhr (nach 23 Stunden) beinahe allen Brodkoth (428 Grmm) ausgeschieden; denn bei der nachfolgenden Fütterung mit viel reinem Fleisch waren nur mehr 34 Grmm. davon im Rückstand, die am 10. und 13. November erschienen.

3) Den 30. Dezember 1858 um 8 Uhr Früh hatte der Hund nach gemischtem Fressen 2000 Grmm. reines Fleisch zu sich genommen; den 31. Dezember Mittag 12 Uhr (nach 28 Stunden) kam der erste Fleischkoth (18 Grmm.).

4) In einer Untersuchungsreihe waren den 23. Januar 1859 Früh zum letzten Male 500 Grmm. Fleisch, 250 Grmm. Stärke und 250 Grmm. Fett gereicht worden; in der Nacht vom 24. auf den 25. (nach etwa 40 Stunden) wurde der Rest des von obiger Nahrung stammenden Koths, durch Koth nach gemischtem Fressen abgegrenzt, entleert.

5) Nach einer Reihe vom 1.—8. April 1859, während der täglich 1800 Grmm. Fleisch mit 250 Grmm. Fett vom Hunde verzehrt worden waren, folgte eine 7tägige Hungerperiode; am 5. April halb 11 Uhr Früh wurden 173 Grmm. Koth, die 63 Grmm. feste Theile und 22 Grmm. Fett enthielten und auf etwas mehr als 3 Tage trafen, aufgefangen. Am 3. Hungertage, den 10. April Früh 10 Uhr, kam die zweite und letzte Portion Fleischkoth der Nahrung der letzten 3¼ Tage mit 61 Grmm. festen Theilen und 22 Grmm. Fett. Auf 1800 Grmm. Fleisch fallen nach vielen Versuchen 10 Grmm. trockner Fleischkoth; hierher kommen aber nach Abzug des Fettes 11 Grmm.; es ist also, trotzdem dass der Koth während 3tägigem Hunger im Darm zurückblieb, nichts mehr resorbirt worden.

6) Am 17. Mai 1859 verzehrte der Hund um 8 Uhr Früh 200 Grmm. Fett und 150 Grmm. Leim; der Gesammt-Koth davon konnte am 18. Abend 5 Uhr (nach 33 Stunden) durch Knochenkoth abgegrenzt werden.

7) Den 21. November 9 Uhr Früh frass der Hund 219 Grmm. Knochen und in der Nacht vom 21. auf den 22. November (nach etwa 15 Stunden) hatte er bereits 31 Grmm. Knochenkoth in den Käfig gemacht.

8) Nachdem am 6. März 1861 Früh 9 Uhr 800 Grmm. Brod verzehrt worden

waren, fanden sich am 7. Früh (nach etwa 18 Stunden) 174 Grmm. Brodkoth im Käfig.

9) Vom 25. März bis 3. April 1862 fütterte man das Thier täglich mit 100 Grmm. Fett; am 4. April halb 1 Uhr (also 28 Stunden nach der letzten Nahrungsaufnahme) wurde die letzte Portion des davon herrührenden Fettkoths entleert.

10) Den 8. August 1862 Früh 8 Uhr waren 1500 Grmm. Fleisch eingenommen worden, den 9. Früh 8 Uhr gemischtes Fressen. Den 9. Nachmittag 8 Uhr (nach 31 Stunden) war aller Fleischkoth entfernt.

11) Am 19. Juli 1863 Früh 8 Uhr frass der Hund 400 Grmm. Fleisch und 400 Grmm. Stärke; den 20. Juli halb 11 Uhr Früh (nach 26 Stunden) erschien aller darauf treffende Koth.

12) Am 23. Dezember 1864 um 11 Uhr wurden 500 Grmm. Fleisch und 100 Grmm. Fett verzehrt und am 24. 11 Uhr gemischtes Fressen; am 25. 7 Uhr Früh kam schon der erste von der gemischten Nahrung herrührende Koth (nach 20 Stunden) mit dem Rest des Koths der Fleisch- und Fettreihe (nach 44 Stunden).

13) Bei einem andern grossen Hunde, der am 30. November 1865 um halb 9 Uhr nach gemischtem Fressen 2000 Grmm. Fleisch erhalten hatte, wurde den 31. Früh 5 Uhr (nach 20 Stunden) schon Fleischkoth aufgefangen.

14) Derselbe Hund hatte am 2. Dezember 1865 halb 9 Uhr Früh 1000 Grmm. Fleisch verzehrt, und am 3. Mittags $^3/_4$ 12 Uhr (nach 27 Stunden) allen Fleischkoth, durch gemischten Koth abgetrennt, ausgeschieden.

15) Derselbe nahm am 7. Dezember 1865 Früh halb 9 Uhr 1000 Grmm. Fleisch und 200 Grmm. Fett ein, darauf am 8. gemischte Nahrung; den 8. Mittag 11 Uhr (nach 26 Stunden) wurde schon aller Fleisch- und Fettkoth entleert; Abends 7 Uhr (nach 10 Stunden) der erste Koth der gemischten Nahrung.

16) Eine Katze hatte am 20. Oktober 1861 Früh 9 Uhr 250 Grmm. Fleisch zum Fressen erhalten und in der Nacht vom 20. auf den 21. (nach etwa 17 Stunden) schon Fleischkoth entleert.

Aus diesen Beispielen geht wohl zur Genüge hervor, dass beim Fleischfresser jede Nahrung nach 24 Stunden verdaut ist.

Zu demselben Schlusse führen auch die Untersuchungen der Gallesekretion an Hunden, die nach der Nahrungsaufnahme vermehrt wird und nach Bidder und Schmidt[1]) 12—15 Stunden nachher ihren Höhepunkt erreicht: „wo aller Wahrscheinlichkeit nach die genossene Nahrung vollständig verdaut, resorbirt und in die Blutmasse gelangt ist"; Bischoff und ich haben bei Gallenfistelhunden höchstens 15 Stunden nach dem Fressen die Absonderung der Galle wieder auf die Grösse herabsinken sehen, wie sie vor der Aufnahme der Nahrung im nüchternen Zustande beobachtet wurde.

1) a. a. O. S. 144.

Es ist unsere Aufgabe dem Organismus so viel zu reichen, als er in einer gewissen Zeit verbraucht. Gesetzt den Fall, man wollte durch einmaligen Zusatz den Stand des Wassers in einem Becken, aus dem fortwährend Wasser ausfliesst, gleich erhalten, so muss man je nach der Zeit, während der es ausreichen soll, mehr oder weniger zufügen, also mehr für 24 Stunden als für 20; man kann aber durch Regulirung des Zusatzes für jede Zeit den Gleichgewichtszustand finden. Beim Organismus ist dies in Beziehung der Zufuhr von Stickstoff nicht für jeden Zeitraum möglich; es ist hier eine untere und obere Grenze gesteckt. Die untere ist dadurch gegeben, dass eine gewisse Zeit vergeht bis die eingeführte Speise ganz verdaut ist und die obere, dass der Magen auf ein Mal nicht mehr aufzunehmen vermag.

Wenn in 18 Stunden die Nahrung schon ganz verdaut ist, dann wäre dies die geringste Zeit, die man als Einheit wählen könnte, und es wäre die von 30 Stunden die längste, wenn der Magen nicht mehr zu fassen im Stande ist, als für eine 30stündige Erhaltung des Körpers nöthig ist. Man könnte daher nach Belieben 18—30 Stunden als Einheit nehmen, in der sich der Körper mit dem Stickstoff der Nahrung ins Gleichgewicht setzen kann und in der derselbe im Harn und Koth zu finden ist. Nimmt man 18 Stunden, so muss man dann natürlich bei gleichem Körperzustand weniger Nahrung reichen, als wenn man 30 Stunden lang den Versuch fortsetzt, so dass schliesslich die Sache aufs Gleiche hinausläuft. Wir haben 24 Stunden als kleinste Einheit eingeführt, d. h. dem Thier für den ganzen Tag auf ein Mal seine Nahrung gegeben, mit der es nun bis zum folgenden Tage ausreichen musste. Ich werde später noch zeigen, wie wichtig es für das Verständniss vieler Vorgänge im Körper ist, Tag für Tag ein Beobachtungs-Resultat zu erhalten. Dies ist beim Hund nur möglich, weil binnen einem Tag die Stoffe im Darm aufgenommen sind; beim Menschen verhält es sich nach den Beobachtungen von J. Ranke und neueren von mir, wenn er zum Mindesten 14 Stunden vor Beendigung des Versuches keine Nahrung mehr erhält, ebenso, er befindet sich dann entschieden im Hungerzustand. Ein Mann entleerte nach sehr bedeutender Nahrungsaufnahme binnen 45, 44 und 27 Stunden

allen von der betreffenden Nahrung herrührenden Koth (durch Preiselbeeren abgegrenzt). Ich habe an mir selbst [1]) nach einer reichlichen Mahlzeit von Stunde zu Stunde die Harnstoffmenge bestimmt und in der 16. Stunde nachher wieder die gleiche Menge gefunden wie beim Hunger. Bei den Pflanzenfressern, die mehrere Tage lang das Futter im Darm behalten, muss natürlich eine viel grössere Einheit angenommen werden.

Es ist richtig, dass eine Deckung des Stickstoffs der Nahrung durch den Stickstoff des Harns und Koths nicht unter allen Umständen ein entscheidender Beweis gegen eine anderweitige Verausgabung von Stickstoff ist, denn es könnte ja immerhin von den stickstoffhaltigen Bestandtheilen des Körpers noch Stickstoff in andere Ausscheidungswege übergetreten sein. Jedoch ist die Deckung unter den Verhältnissen, unter denen sie bei unsern Versuchen stattfindet, als Beweis zu betrachten.

Verlässt auch aller Stickstoff den Körper im Harn und Koth, so wird wohl nur ein ganz Kurzsichtiger erwarten, dass immer, also bei jeder Art und Menge der Nahrung, soviel Stickstoff, als in der Nahrung aufgenommen worden ist, im Harn und Koth gefunden werden kann. Bei zu geringer Zufuhr verliert der Organismus unzweifelhaft stickstoffhaltige Substanz, und bei zu reichlicher speichert er davon auf. Wenn aber bei einer gewissen Nahrungsmenge der Körper Stickstoff von sich noch hergibt, so muss dann unter obiger Voraussetzung mehr Stickstoff als in der Nahrung im Harn und Koth erscheinen und es muss das Umgekehrte eintreten, wenn er stickstoffhaltige Stoffe zurückhält. Nur dann, wenn das Thier mit einer gewissen Stickstoffmenge der Nahrung gerade ausreicht, kann ebensoviel Stickstoff im Harn und Koth sich finden.

Alle diese Verhältnisse treffen in unsern Versuchen zu.

Die geringste Menge von Fleisch, mit der sich der durch längern Hunger herabgekommene Körper des Hundes ins Gleichgewicht zu setzen vermochte, betrug 500 Grmm., bei besserm Stande aber ansehnlich mehr. Bei weniger Fleisch war stets ein Ueberschuss von Stickstoff im Harn und Koth zu finden, d. h. der Verbrauch an

1) Chem. physiolog. Unters. S. 42.

stickstoffhaltiger Substanz im Körper war grösser als der Ersatz in der Nahrung. Hat man einmal die für den jeweiligen Körperzustand passende Menge Nahrung gefunden, bei der ebensoviel Stickstoff im Harn und Koth angetroffen wird, als in der Nahrung gereicht worden war, so wird, so lange man auch den Versuch mit derselben Kost fortsetzen mag, dieselbe Stickstoffmenge unverändert im Harn und Koth auftreten. Dieser Gleichgewichtszustand kann sich nach den mitgetheilten Versuchen mit jeder Fleischmenge, die das Thier in 24 Stunden zu verdauen vermag, herstellen; es geschah dies von 500 bis 2500 Grmm. Fleisch.[1]) Wollte man dennoch an einer weiteren Stickstoffausgabe festhalten, so müsste man eine Reihe sehr unwahrscheinlicher Annahmen machen. Es wäre doch wahrlich ein höchst eigenthümlicher Zufall, wenn trotz eines unbestimmten Stickstoffverlustes bei einer Einnahme von 17—85 Grmm. Stickstoff nach wenigen Tagen stets eben soviel im Harn und Koth auftreten würde, als in der Nahrung enthalten war, und nicht mehr oder weniger. Warum sollte hier genau das, was der Körper an Stickstoff noch zugiebt, nicht im Harn und Koth austreten, während bei zu wenig Fleisch der Ueberschuss darin zu finden ist?

Befindet sich der Stickstoff im Harn und Koth mit dem der Nahrung eben im Gleichgewicht, so wächst bei gesteigerter Zufuhr allmählich die Stickstoffmenge im Harn und Koth, bis sie gerade wieder die Grösse der Zufuhr erreicht hat, auf der sie verharrt. Was müssten hier für sonderbare Verhältnisse bei einer anderweitigen Stickstoffausgabe obwalten.

1) Wundt meint in seinem Lehrbuche der Physiologie S. 383, man müsse nach unsern Versuchen noch andere Formen der Stickstoffausfuhr annehmen, er unterlässt es aber irgend eine nähere Begründung für diese seine Ansicht zu bringen. Er giebt zu, dass wenn längere Zeit zwischen der Aufnahme und Abgabe von Stickstoff durch Harn und Koth Gleichgewicht bestände, unser Satz gerechtfertigt wäre, man fände aber bei Prüfung unserer Tabellen nicht genügendes Gleichgewicht. Hat Wundt die damals schon publicirte 49tägige Fleischreihe in meiner Schrift gekannt, die doch gewiss seiner obigen Anforderung genügen könnte? Dass bei einem aus dem Stickstoff der Nahrung und der Exkrete berechneten Fleischansatz das Körpergewicht häufig nicht um ebensoviel zunimmt, ist doch kein Grund für einen solchen Ausspruch, da ja nicht behauptet wird, dass auch das Wasser des als angesetzt angenommenen Fleisches völlig mit angesetzt wird.

Aber noch mehr. Ist der Stickstoff der Nahrung mit dem im Harn und Koth eben im Gleichgewicht und man sinkt mit der Zufuhr, so findet sich anfangs mehr Stickstoff in den beiden Exkreten als eingeführt worden war. Wäre beim Gleichgewichtszustande aller Stickstoff der Nahrung im Harn und Koth ausgeschieden worden, jedoch noch Stickstoff vom Körper auf einem anderen Wege, so hätte sich also dies Verhalten bei einer Verringerung der Nahrungsmenge dahin ändern müssen, dass im Anfange auch Stickstoff vom Körper in den Harn und Koth übergegangen wäre, um in einigen Tagen wieder dem ursprünglichen Modus Platz zu machen.

Wenn bei allen den angegebenen Reihen noch Stickstoff auf einem andern Abscheidungswege den Körper verlassen hätte, so müsste man annehmen, dass sich der Hund auch bei der grösstmöglichsten Nahrungszufuhr d. h. bei Fütterung mit 2500 Grmm. Fleisch, deren Stickstoff aller im Harn und Koth nachzuweisen ist, nicht erhält, sondern immer noch von sich zusetzt, was geradezu absurd ist. Lässt man aber für grössere Nahrungsmengen eine weitere Stickstoffabgabe fallen, so ist gar kein vernünftiger Grund dafür da, bei einer geringeren Zufuhr, bei der man umgekehrt meist ein Plus von Stickstoff im Harn und Koth beobachtet, dieselbe festzuhalten.

Ich habe dargethan, dass, sobald sich einmal der Stickstoff der Einnahmen und der Ausgaben durch Harn und Koth ausgeglichen hat, dieser Zustand bestehen bleibt, so lange man auch den Versuch fortsetzt. Nur wenn sich die Fettmenge im Körper ändert, kann eine Ausnahme eintreten. Würde also dabei noch täglich eine gewisse Menge stickstoffhaltiger Substanz vom Körper hergegeben, so müsste dies doch schliesslich an einer Abmagerung desselben zu bemerken sein. In der 23tägigen Reihe Nr. 11 (S.30) vom 8. bis 31. Mai 1864 war das corrigirte Anfangsgewicht des Hundes 32800 Grmm., das corrigirte Endgewicht 34070, der Körper hatte also um 1270 Grmm. an Gewicht zugenommen; wären hier nun z. B. noch 6% Stickstoff anderswo als durch Harn und Koth fortgegangen, so hätte dies 70 Grmm. Stickstoff oder 2070 Grmm. Fleisch betragen, die der Körper verloren hätte. Bei dem Beispiel Nr. 3 (S. 35) findet sich ein corrigirtes Anfangsgewicht von 29607 Grmm. und ein Endgewicht

von 34288 Grmm., so dass eine Gewichtszunahme von 4681 Grmm. eingetreten war; ein anderweitiger Verlust von 6% hätte 59 Grmm. Stickstoff oder 1740 Grmm. Fleisch dem Körper entzogen. In beiden Beispielen betrug aber der Unterschied im Stickstoffgehalt der Einnahmen und Ausgaben durch Harn und Koth nur 0.3%. Ich hoffe mit diesen lange fortgesetzten Versuchsreihen am Hunde einen Haupteinwand unserer Gegner über die Frage der Stickstoffausscheidung beseitigt zu haben; ich werde später noch ausführlich eine Reihe an einem andern Thier (einer Taube) mittheilen, aus der das Gleiche hervorgeht. Ich habe es nicht für nöthig gehalten weiter als 23 oder 58 Tage das Experiment auszudehnen, da man an der Gleichmässigkeit der Zahlen ersehen kann, dass dieselben sich nicht mehr ändern werden. Wenn ich es aber für unsere Frage für entscheidend erachtet hätte, so würde ich vor einer mehrjährigen Untersuchung nicht zurückgeschreckt sein.

III.
Drei weitere für das Austreten alles Stickstoffs im Harn und Koth beweisende Versuche.

Nach obigen Auseinandersetzungen wäre es im höchsten Grade unwahrscheinlich, wenn das während längerer Zeit vorhandene Wiedererscheinen des gesammten Stickstoffs der Nahrung im Harn und Koth des Hundes nicht eine andere Abzugsquelle des Stickstoffs ausschlösse; ich kann aber noch drei weitere Versuche beibringen, welche dies über jeden Zweifel erheben.

Hierher gehört vorerst die von Pettenkofer und mir veröffentlichte Bilanz der Einnahmen und Ausgaben des Körpers des Hundes, deren Faktoren sämmtlich direkt ermittelt wurden[1]). Das Thier war 21 Tage lang mit 1500 Grmm. reinem Fleisch gefüttert worden; die Bestandtheile des Harns und Koths wurden beständig, die der Respiration während 5 Tagen controlirt. Die Elemente der Einnahmen und Ausgaben (Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff und Salze) stimmen darin, so genau als es nur immer möglich ist, zusammen, und ebenso die beim Respirationsversuch

1) Annal. d. Chem. u. Pharmaz. 1863, II. Suppl.-Bd., 3. Heft, S. 361.

aus den Gewichtsverhältnissen abgeleitete Sauerstoffmenge mit derjenigen, welche nöthig war, um die im Körper zersetzte Substanz zu oxydiren. Es ist damit bewiesen, dass bei Erhaltung des Körpers die Endglieder der Ausgaben ein Aequivalent der genossenen Nahrung sind und dass andere Bestandtheile des Körpers sich an der Bildung derselben nicht betheiligen. Eine solche Uebereinstimmung ist bei einer Verwendung des atmosphärischen Stickstoffs für den Aufbau des Organismus oder bei einer uncontrolirten Abgabe von Stickstoff aus den stickstoffhaltigen Bestandtheilen der Nahrung oder des Körpers vollkommen unmöglich; denn mit diesem Stickstoff müssten doch noch andere Elemente verbunden gewesen sein, die irgendwo hätten auftreten müssen.[1])

Ich habe dann zweitens Hunden, die sich in ihrer Stickstoffausgabe durch Harn und Koth mit der Stickstoffeinnahme während längerer Zeit im Gleichgewicht befanden, zu ihrer Nahrung eine stickstoffhaltige Substanz, die im Körper nicht zur Verwendung kommt und von der man häufig voraussetzt, dass sie sich leicht zersetzt, nämlich den Harnstoff, zugefügt. Wenn trotz der Möglichkeit allen Stickstoff der Nahrung im Harn und Koth zu finden, noch Stickstoff in unbestimmter Menge und auf unbekannte Weise verloren gehen würde, so sollte man doch glauben, dass ein Theil des Stickstoffs des gefressenen Harnstoffs sich dabei ebenso wie der der übrigen stickstoffhaltigen Zersetzungsprodukte betheiligen müsste. Die folgenden Versuche werden zeigen, dass unter solchen Umständen nicht nur nach wie vor aller Stickstoff der Nahrung, sondern genau auch der des verzehrten Harnstoffs aufzufinden ist.

Der nämliche zu den meisten Untersuchungsreihen benützte grosse Hund erhielt zu 1500 Grmm. Fleisch während 3 Tagen eine bestimmte Menge von Harnstoff und entleerte dabei:

1) Ich bin genöthigt mich gegen den Ausspruch von Seegen (Sitz.-Ber. d. Wien. Acad. 1864. Bd.49. S. 4) zu verwahren, nach dem Pettenkofer das Fehlen des Stickstoffs in den Perspirationsprodukten bewiesen hätte. Ich habe erstens denselben Antheil an unsern gemeinschaftlichen Respirationsversuchen wie Pettenkofer; ferner ist das angegebene Beispiel durchaus nicht der einzige Beweis für das Austreten alles Stickstoffs im Harn und Koth; endlich war dieser Beweis nur dadurch zu führen, dass man den Gleichgewichtszustand des Thieres an der Hand der früheren Erfahrungen herstellte, was ohne letztere niemals gelungen wäre.

	Datum 1862.	Fleisch in Grmm.	Verzehrter trockner Harnstoff in Grmm.	Harnstoff in Grmm.
1)	4. Februar	1500	0	110.8
2)	5. „	1500	5.4	116.6
3)	6. „	1500	5.1	115.9
4)	7. „	1500	7.9	118.9
5)	8. „	1500	0	110.8

Es sind 18.4 Grmm. Harnstoff gereicht worden und im Harn fand sich gegenüber den 2 Tagen ohne Harnstoffzusatz ein Ueberschuss von 19.0 Grmm.

Einem kleinen 3 Kilo schweren Hund wurden zu einem andern Zwecke von mir und Dr. Oertel nach längerer Fütterung mit 300 Grmm. Fleisch täglich etwas Harnstoff gereicht. Wir erhielten folgende Resultate.

Ohne Harnstofffütterung; 9 Tage. Der Hund hatte vorher schon längere Zeit täglich 300 Grmm. Fleisch gefressen.

Datum 1861	Körper-Gewicht	Fleisch als Nahrung	Wasser gesoffen	Harn in Grmm.	Harnstoff	Koth
24. November	3040	300	100	245	21.99	(13.4)
25. „	3010	300	125	288	20.28	—
26. „	3050	300	178	247	21.08	—
27. „	3050	300	155	274	21.96	—
28. „	3010	300	154	259	22.35	17.5
29. „	2990	300	63	206	19.92	—
30. „	3000	300	165	238	20.01	20.8
1. Oktober	3000	300	110	237	21.14	—
2. „	2970	300	140	252	22.27	—
3. „	2920	2700	1190	2196	191.00	

im Fleisch = 91.8 Grmm. Stickstoff.
{im Harn = 87.2 „ „
{im Koth = 2.4 „ „
(36.4 Grmm. trocken) 89.6 Grmm. Stickstoff.

Differenz = 2.2 Grmm. = 2.4 %.
Differenz im Tag = 0.24 Grmm.

Mit Harnstofffütterung; 9 Tage:

Datum 1861	Körper-Gewicht	Fleisch als Nahrung	Wasser gesoffen	Harnstoff gefressen	Harn in Grmm.	Harnstoff	Koth
3. Dez.	2920	300	126	2.86	283	23.36	(19.0)
4. „	2930	300	165	3.21	290	24.83	—
5. „	2920	300	121	3.29	300	24.36	-
6. „	2910	300	139	2.77	286	24.26	—
7. „	2850	300	150	7.37	364	27.47	—
8. „	2940	300	385	7.37	377	29.47	38.3
9. „	2910	300	195	7.12	384	28.33	—
10. „	2900	300	237	7.73	402	28.44	—
11. „	2940	300	600	18.40	710	39.39	—
12. „	2900	2700	2118	60.12	3196	249.91	

{im Fleisch = 91.8 Grmm. Stickstoff.
{im Harnstoff = 28.1 „ „

119.9 Grmm. Stickstoff.

{im Harn = 116.7 Grmm. Stickstoff.
{im Koth = 2.4 „ „ .
(36.4 Grmm. trocken)

119.1 Grmm. Stickstoff.

Differenz = 0.8 Grmm. = 0.6 %
Differenz im Tag = 0.09 Grmm.

Ohne Harnstofffütterung; 2 Tage.

Datum 1861	Körper-gewicht	Fleisch als Nahrung	Wasser gesoffen	Harn in Grmm.	Harnstoff	Koth
12. Dez.	2900	300	143	299	21.97	—
13. „	2830	300	57	251	21.20	—
14. „	2600	600	200	550	43.17	18.1

im Fleisch = 20.4 Grmm. Stickstoff.
{im Harn = 20.2 „ „
{im Koth = 0.5 „ „

20.7 Grmm. Stickstoff.

Differenz = 0.3 Grmm. = 1.4 %.
Differenz im Tag = 0.15 Grmm.

Da also bei diesen Versuchen sowohl der Stickstoff der eiweisshaltigen Nahrung, als auch der von in den Darm eingeführten Zersetzungsprodukten durch Harn und Koth entfernt wird, so gehört eine andere Stickstoffabgabe zu den grössten Unwahrscheinlichkeiten. Das Gleiche thun auch Versuche von Neubauer am Menschen

dar; derselbe hat[1]) von 10 Grmm. eingenommenen Salmiaks in 5 Versuchen 9.96 Grmm. im Harn unverändert wieder nachweisen können; dies wäre nicht möglich, wenn ein Theil des Salmiaks sich beim Durchgang durch den Körper zersetzen und das Ammoniak oder der Stickstoff desselben auf anderen Wegen fortgehen würde.

Ich beweise endlich drittens die Ausscheidung sämmtlichen Stickstoffs der im Körper zersetzten Bestandtheile im Harn und Koth dadurch, dass in diesen Exkreten nicht nur aller Stickstoff, sondern zugleich auch die Aschebestandtheile der Nahrung aufgefunden werden. Würde nämlich noch stickstoffhaltiges Körpermaterial zersetzt, so müsste, wie wir es beim Hunger sehen werden, auch die Asche desselben überflüssig werden, die auf keinen Fall anders wo als durch den Harn oder den Koth ausgeschieden wird.

Der Aschegehalt des frischen Fleisches beträgt im Mittel 1.25%[2]); die Menge der Asche und des Harnstoffs im Harn verhalten sich im Mittel[3]) wie 1:6.7; die Asche im trocknen Fleischkoth macht 22.5% aus. Darnach erhält man in den oben mitgetheilten Fleischreihen, bei denen aller Stickstoff im Harn und Koth erschien, folgende Aschemengen:

Nro. des Versuchs	Asche der Fleisch-Nahrung	Asche im Harn	Asche im Koth	Asche der Ausgaben	Asche-Differenz der Einnahmen und Ausgaben in %
4	112.5	97.2	17.2	114.4	1.7
5	168.7	145.0	26.0	171.0	1.3
6	206.2	175.2	27.6	202.8	1.6
7	112.5	97.3	10.8	108.1	4.1
8	225.0	192.9	29.7	222.6	1.0
11	431.2	372.1	46.2	418.3	3.1
12	111.5	95.0	16.3	111.3	0.2
13	112.5	94.3	16.6	110.9	1.4
15	200.0	171.9	23.6	195.5	2.3
17	82.5	69.2	14.5	83.7	1.4
18	110.0	92.5	19.3	111.8	1.6
20	31.2	27.0	3.5	30.5	2.3

1) Journ. f prakt. Chem. 1855, Bd. 64, S. 278.
2) Diese Zeitschrift, Bd. 1, S. 100.
3) A. a. O. S. 137.

In diesen 12 Beispielen, die ich noch vermehren könnte, stimmt die Aschemenge des Harns und Koths und der Fleischnahrung so zusammen (im Mittel auf 2 %), als es bei der geringen Menge der Asche im Fleisch und der vielfältigen Multiplikation nur erwartet werden kann.

Ich werde noch einen das Gleiche beweisenden Versuch an einer Taube mittheilen, bei der während sehr langer Zeit der Stickstoff und die Gesammtasche der Nahrung in den Exkrementen enthalten war.

Aber nicht allein die Gesammtasche des Harns und Koths, sondern auch einzelne Bestandtheile derselben sind identisch mit der der Nahrung, wenn ebensoviel Stickstoff in obigen Exkreten erscheint, wie in der Nahrung enthalten war.

Die phosphorsauren Salze sind, wie man weiss, in näherer Verbindung mit den eiweissartigen Stoffen; die letzteren kommen ohne die ersteren nicht vor, und wo sich in pflanzlichen oder thierischen Theilen ein grösserer Reichthum an Stickstoff findet, ist auch mehr Phosphorsäure in der Asche enthalten. Man hat daher die Möglichkeit, die Zersetzung der stickstoffhaltigen Substanzen durch die Menge der im Harn und Koth vorhandenen Phosphorsäure zu controliren. Ich habe Herrn Ernst Bischoff veranlasst, die Ausscheidungsverhältnisse der Phosphorsäure bei dem Hunde zu studiren, als dessen Ernährung und Stickstoffverbrauch eben von mir untersucht wurde. Die Resultate seiner in dieser Zeitschrift demnächst erscheinenden Bestimmungen sind schlagend; war im Harn und Koth soviel Stickstoff zu finden als in der Nahrung, so zeigte sich auch ein Gleichgewicht in der Phosphorsäure und war mehr oder weniger Stickstoff in den beiden Exkreten enthalten, so war dies auch mit der Phosphorsäure in demselben Verhältniss der Fall.

Ich lege grossen Werth auf diese Uebereinstimmung des Stickstoffs und der Asche und ihrer Bestandtheile von Nahrung und Harn und Koth; denn in diesem Falle ist es undenkbar, dass im Körper noch mehr stickstoffhaltige Substanzen oxydirt und entfernt worden sind, als im Harn und Koth aufgefunden wurden.

IV.

Beispiele für das Austreten des Stickstoffs der Nahrung im Harn und Koth bei verschiedenen Organismen.

Dies sind die Beweise, die ich dafür beibringen kann, dass bei dem benützten Hunde der Stickstoff der umgesetzten Gebilde, so weit genau als die analytischen Hilfsmittel es zulassen, im Harn und Koth zu finden ist. Einige objektive Forscher haben dies schon früher zugegeben, so z. B. Ludwig, der in seinem Lehrbuch der Physiologie[1]) sagt: „nach Voit kann bei Hunden nahezu der ganze Stickstoffgehalt der Nahrung mit Abzug dessen, welcher im Koth verbleibt, also der Stickstoff des Futters, welcher wirklich in's Blut überging, durch den Harnstoff entleert werden.“ Obwohl diese Beobachtung mit den früher an Hunden angestellten in direktem Widerspruch stand, dachte man, da der Glaube an ein beträchtliches Stickstoffdeficit allzu eingebürgert war, doch nicht daran, dass auch die betreffenden Angaben bei andern Thieren falsch sein könnten, sondern man schrieb derselben nur eine vereinzelte und keine allgemeine Bedeutung zu. Man hat gesagt, obiger Satz gelte nur für den Hund oder eigentlich nur für den damals untersuchten Hund. So findet sich bei Ludwig[2]) folgender Ausspruch: „diese Erscheinung trifft jedoch weder allgemein für den Hund, noch weniger aber für den Menschen ein, denn für gewöhnlich enthält der ausgeschiedene Harnstoff keineswegs den ganzen Stickstoff, welcher mit der Nahrung eingeführt wurde (Boussingault, Lehmann, Barral, Bischoff),“ und[3]): „während es den Anschein hat, dass bei den Katzen nur ein sehr kleiner Theil gasförmig entweicht, geht bei Tauben unzweifelhaft ein Drittheil der gesammten im Organismus kreisenden Menge durch Haut und Lunge aus, und zwar unter Umständen, unter welchen nach Regnault Säugethiere gar keinen gasförmigen Stickstoff aushauchen würden; bestätigen sich die Beobachtungen von Barral, so kann bei Menschen die Hälfte des Stickstoffs der Nahrung durch die Lungen ausgeschieden werden.“

---

1) Ludwig, Lehrbuch der Physiologie, Bd. II, S. 382.
2) A. a. O., S. 382.
3) A. a. O., S. 714.

Wenn dies richtig wäre, so wäre der Anwendung obiger Beobachtung ein sehr grosser Eintrag gethan; denn es handelte sich dann dabei nicht um etwas Gesetzmässiges, sondern nur um eine zufällige Erscheinung. Könnte in irgend einem Falle bei Hunden oder andern Thieren auf eine unerklärliche Weise Stickstoff verloren gehen, so wäre immerhin die Möglichkeit denkbar, dass dies auch unter gewissen Umständen bei unserm Versuchshunde einträte.

Man ist in der That soweit gegangen, von uns bei jedem Versuch ausdrücklich den Beweis für das Auftreten alles Stickstoffs im Harn und Koth zu verlangen, was natürlich eine völlige Unmöglichkeit ist; denn man kann, wie noch nachgewiesen werden soll, auch durch die genaueste Bestimmung der Perspirationsprodukte allein nicht entscheiden, ob Stickstoff aus stickstoffhaltigen Stoffen des Körpers abgeschieden worden ist, es bleibt nur die Untersuchung von Harn und Koth übrig und diese gibt nur dann Aufschluss, wenn der Körper sich gerade mit dem Stickstoff der Einnahmen im Gleichgewichtszustand befindet.

Als ich fand, dass bei mechanischer Arbeit bei gleicher Stickstoffzufuhr nicht mehr Harnstoff ausgeschieden wird, meinte man, es könnte hier wenigstens Stickstoff durch Haut und Lungen fortgegangen sein. Dies ist nur ein beliebiger Einfall, für den sich kein vernünftiger Grund beibringen lässt, aber viel dagegen. Haben wir denn im lebenden Körper je einen Zustand der Ruhe; finden sich nicht beständig Bewegungen des Herzens, des Darms, der Athemmuskeln und auch der willkührlich beweglichen Muskeln? Und wenn eine äussere mechanische Arbeit, die meist die Grösse der obigen lange nicht erreicht, dazu kommt, also nur eine quantitative Aenderung eintritt, warum sollen da nun plötzlich ganz andere qualitative Vorgänge im Körper sich ereignen? Ich sage, eine solche Stickstoffausscheidung wird durch nichts wahrscheinlich gemacht, sie ist vielmehr durch das vollständige Erscheinen des Stickstoffs der Nahrung im Harn und Koth auch bei Arbeitsleistung widerlegt.

Eine von Meissner gestellte Frage, ob bei körperlicher Anstrengung nicht andere Harnbestandtheile neben dem Harnstoff in grösserer Menge vorhanden sein können, werde ich später noch beantworten.

Ich werde jetzt darthun, dass nicht nur bei dem einen Hunde, sondern auch bei andern Hunden und andern Thieren aller Stickstoff der Nahrung im Harn und Koth gefunden werden kann.

Bischoff hatte allerdings bei seiner ersten Untersuchung[1]) bei Hunden stets ein bedeutendes Deficit erhalten. Dies ist aber, wie ich später noch erörtern werde, zum Theil durch eine Zersetzung des Harnstoffs, zum Theil durch eine falsche Deutung der Versuchsresultate veranlasst worden.

Ich habe bis jetzt 5 Hunde in dieser Hinsicht untersucht und bei Allen das Gleiche bestätigt gefunden.

Der erste ist der zu den meisten Versuchen benützte grosse Hund von circa 30 Kilo Gewicht.

Der zweite ist der in meiner ersten Arbeit (physiologisch-chemische Untersuchungen) erwähnte Hund mit einer Gallenfistel von 28 Kilo Gewicht; die Resultate an demselben sind schon (S. 23 Nr. 4 u. 5) aufgeführt worden.

Ein Hund (Nr. III) diente zu meinen Untersuchungen über die Wirkung des Kaffees; es konnte bei ihm in zwei sehr lange dauernden Versuchen aller Stickstoff im Harn und Koth nachgewiesen werden.

1) Meine Schrift über den Einfluss des Kochsalzes etc. (S. 110), 1. März bis 18. April 1859.

Nach längerer Fütterung mit gemischtem Fressen während 48 Tagen je 1000 Grmm. Fleisch mit 303.7 Grmm. Milch und an 24 Tagen mit Kaffeeabsud.

im Fleisch	=	1632.0 Grmm. Stickstoff
in der Milch	=	91.8 „ „
im Kaffee	=	5.8 „ „
		1729.6 Grmm. Stickstoff.
im Harn	=	1712.0 Grmm. Stickstoff
im Koth	=	31.0 „ „
		1743.0 Grmm. Stickstoff.

Differenz = + 13.4 Grmm. = 0.7 %.
Differenz im Tag = 0.3 Grmm.

2) Meine Schrift über den Einfluss des Kochsalzes etc. (S. 87 und 91), 13. Dezember 1858 bis 24. Januar 1859.

Nachdem der Hund sich während 47 Tagen mit einer Nahrung aus Brod und Milch ins Gleichgewicht gesetzt hatte, erhielt er 42 Tage lang ad libitum Brod, 303.7 Grmm. Milch und an 21 Tagen auch Kaffeeabsud.

1) Bischoff, der Harnstoff als Maass des Stoffwechsels, 1853.

{im Brod = 330.2 Grmm. Stickstoff
{in der Milch = 80.4 „ „
{im Kaffee = 5.0 „ „

415.6 Grmm. Stickstoff.

{im Harn = 358.4 Grmm. Stickstoff
{im Koth = 57.6 „ „

416.0 Grmm. Stickstoff

Differenz = + 0.4 Grmm. = 0.1 %
Differenz im Tag = 0.01 Grmm.

Ein Hund Nro. IV, Gewicht 20 Kilo, ergab folgende Resultate:

1) Neuer Versuch, 18.—24. November 1859.

Nach gemischtem Fressen während 6 Tagen je 1000 Grmm. Fleisch.

1) 73.4 Grmm. Harnstoff
2) 69.2 „ „
3) 72.2 „ „
4) 77.8 „ „
5) 71.0 „ „
6) 70.7 „ „

434.4 Grmm. Harnstoff und 31.2 Grmm. trockner Koth.

im Fleisch = 204.0 Grmm. Stickstoff
{im Harn = 202.7 „ „
{im Koth = 2.8 „ „

205.5 Grmm. Stickstoff.

Differenz = + 1.5 Grmm. = 0.7 %.
Differenz im Tag = 0.2 Grmm.

2) Neuer Versuch, 25.—29. November 1859.

Nach 6tägiger Fütterung mit 1000 Grmm. Fleisch während 4 Tagen je 350 Grmm. Fleisch und 150 Grmm. Fett.

1) 32.0 Grmm. Harnstoff
2) 28.7 „ „
3) 20.6 „ „
4) 22.5 „ „
5) 25.3 „ „

97.1 Grmm. Harnstoff und 29.2 Grmm. trockner Koth mit 21.9 Grmm. Fleischkoth.

im Fleisch = 47.6 Grmm. Stickstoff
{im Harn = 45.4 „ „
{im Koth = 1.6 „ „

47.0 Grmm. Stickstoff.

Differenz = — 0.6 Grmm. = 1.2 %
Differenz im Tag = 0.15 Grmm.

3) Neuer Versuch, 5.—8. Dezember 1859.

Nach mehrtägiger Fütterung mit 350 Grmm. Fleisch und 150 Grmm. Zucker während 3 Tagen Brod ad libitum.

1) 22.3 Grmm. Harnstoff
2) 20.3 „ „
3) 23.0 „ „

65.6 Grmm. Harnstoff und 318 Grmm. trockner Koth.

im Brod = 40.5 Grmm. Stickstoff
{im Harn = 30.6 „ „
{im Koth = 9.3 „ „

39.9 Grmm. Stickstoff.

4) Neuer Versuch, 8.—11. Dezember 1859.

Nach 3tägiger Fütterung mit Brod während 3 Tagen je 200 Grmm. Fleisch und 200 Grmm. Leim.

1) 69.6 Grmm. Harnstoff
2) 75.9 „ „
3) 73.1 „ „

218.6 Grmm. Harnstoff und 26.8 Grmm. trockner Koth.

{im Fleisch = 20.4 Grmm. Stickstoff
{im Leim = 84.3 „ „

104.7 Grmm. Stickstoff.

{im Harn = 102.2 Grmm. Stickstoff
{im Koth = 1.1 „ „

103.3 Grmm. Stickstoff.

Differenz = 1.4 Grmm. = 1.3 %.
Differenz im Tag = 0.4 Grmm.

Ein Hund Nro. V, 3 Kilo Gewicht, zeigte das Gleiche.

Neuer Versuch 24. November bis 3. Dezember 1861.

Es ist dies der zu den Harnstofffütterungen (S. 51) benützte kleine Hund, der während 9 Tagen je 300 Grmm. reines Fleisch erhalten hatte.

im Fleisch = 91.8 Grmm. Stickstoff
{im Harn = 87.2 „ „
{im Koth = 2.4 „ „

89.6 Grmm. Stickstoff.

Differenz = — 2.2 Grmm. = 2.4 %.
Differenz im Tag = 0.24 %.

Es ist also nicht eine Eigenthümlichkeit des zu den Hauptversuchen verwendeten Hundes, dass er allen Stickstoff der im Körper umgesetzten Bestandtheile im Harn und Koth absondert, sondern es wurde dasselbe bei allen Hunden, die ich bis jetzt zu

prüfen Gelegenheit hatte, constatirt. Ich glaube daraus schliessen zu dürfen, dass dies eine bei Hunden constant vorkommende Erscheinung ist.

Für die Katzen haben Bidder und Schmidt in 2 Reihen, die ich (S. 19) mitgetheilt habe, dasselbe erwiesen. Ich habe auch einmal eine Katze zu einem andern Zwecke 10 Tage lang (22. Okt. bis 2. Nov. 1861) mit je 250 Grmm. Fleisch gefüttert und folgende Zahlen erhalten:

1) 9.1	Grmm. Harnstoff	6) 19.5	Grmm. Harnstoff
2) 24.5	„ „	7) 17.9	„ „
3) 17.7	„ „	8) 16.9	„ „
4) 12.8	„ „	9) 19.7	„ „
5) 15.9	„ „	10) 18.3	„ „

172.3 Grmm. Harnstoff und 31.8 Grmm. trockner Koth.

im Fleisch = 85.0 Grmm. Stickstoff
{im Harn = 80.4 „ „
{im Koth = 2.3 „ „

82.7 Grmm. Stickstoff.

Differenz = — 2.3 Grmm. = 2.7 %
Differenz im Tag = 0.23 Grmm.

J. Ranke hat, auf die Aufforderung von Bischoff und mir hin, die von uns angegebenen Grundsätze der Untersuchung auch auf den Menschen angewandt, bei dem Barral in einer von den Physiologen stets als Paradigma aufgestellten Stoffwechselgleichung 50 % des eingenommenen Stickstoffs nicht im Harn und Koth fand und 326 Grmm. Kohlenstoff im Tag in der Ruhe durch Haut und Lungen ausathmen liess. Ersterer fand unter den geeigneten Umständen auch für den Menschen das für den Hund geltende Gesetz bestätigt.[1]) Ich stelle die betreffenden Resultate in Folgendem übersichtlich zusammen.

Da nach meinen früher gemachten Angaben[2]) die direkte Bestimmung des Stickstoffs im Menschenharn nur so viel angibt als die aus dem Harnstoff gerechnete, so lasse ich dabei die Stickstoffmenge der Harnsäure unberücksichtigt.

1) Arch. f. Anat. u. Physiologie. 1862, S. 311.
2) Diese Zeitschrift 1865, Bd. 1, S. 130.

1) 4.—7. November, während 3 Tagen je 500 Grmm. Fleisch, 200 Grmm. Brod und 45 Grmm. Fett.[1])

in der Nahrung = 58.68 Grmm. Stickstoff
{im Harn = 54.46 „ „
{im Koth = 3.55 „ „

58.01 Grmm. Stickstoff.

Differenz = — 0.67 Grmm. = 0.1 %.
Differenz im Tag = 0.22 Grmm.

2) 4.—6. Dezember, während 2 Tagen je 300 Grmm. Fleisch, 400 Grmm. Brod, 200 Grmm. Zucker und 20 Grmm. Fett.[2])

in der Nahrung = 30.60 Grmm. Stickstoff
{im Harn = 29.26 „ „
{im Koth = 2.60 „ „

31.86 Grmm. Stickstoff.

Differenz = + 1.26 Grmm. = 4 %.
Differenz im Tag = 0.63 Grmm.

3) 16.—21. Juni, während 5 Tagen je 250 Grmm. Fleisch, 400 Grmm. Brod, 70 Grmm. Stärke, 70 Grmm. Eiereiweiss und 100 Grmm. Fett.[3])

in der Nahrung = 76.10 Grmm. Stickstoff
{im Harn = 73.69 „ „
{im Koth = 5.60 „ „

79.29 Grmm. Stickstoff.

Differenz = 3.19 Grmm. = 4 %.
Differenz im Tag = 0.64 Grmm.

Durch diese Untersuchung von J. Ranke ist jedenfalls soviel bewiesen, dass es keinen grössern Irrthum gibt, als den von Barral, nach welchem 50 % des Stickstoffs der Nahrung (bis zu 17 Grmm. im Tag) gasförmig durch Haut und Lungen austreten sollen. Auch werden, wie durch die hiesigen Respirationsversuche sich zeigt, beim ruhenden Menschen nicht 326 Grmm. Kohlenstoff durch Haut und Lungen entfernt, wie Barral angiebt. Es ist vielleicht später möglich den Grund für das im Harn und Koth des Menschen in den meisten Fällen gefundene Plus von Stickstoff zu entdecken.

Bei einer Kuh hatte Boussingault 13 % des Stickstoffs der Nahrung in die Perspiration übergehen lassen. Die mühevollen und exakten Versuche von W. Henneberg und F. Stoh-

1) A. a. O., S. 318.
2) A. a. O., S. 320.
3) A. a. O., S. 327.

mann[1]) an Ochsen haben aber dargethan, dass man auch bei diesen Thieren im Beharrungszustande den Stickstoff des Fütters vollständig oder nahezu vollständig in den Exkrementen wieder finden kann. Sie schlossen daraus[2]), dass innerhalb gewisser und enger Grenzen der Stickstoff des Futters keinen andern Ausgang hatte als im Koth und Harn. Indem ich die Belege dafür aus dem Buche von Henneberg und Stohmann, nach der von mir eingeführten Weise angeordnet, hierher setze, bemerke ich, dass die Grenzen der Beobachtungsfehler der täglichen Stickstoffbestimmung ± 5 bis 10 Grmm. betragen.[3]) Es wurden im Mittel im Tag aufgenommen und entleert.

1) 1. Heft, S. 30, Ochs I., 24., 25., 26. Februar 58.

im Futter = 174.5 Grmm. Stickstoff
{im Harn = 90.0 „ „
{im Koth = 81.5 „ „
171.5 Grmm. Stickstoff.

Differenz = — 3.0 Grmm. = 1.8 %.

2) 1. Heft, S. 40, Ochs II., 23., 24., 25. März 1858.

im Futter = 156.5 Grmm. Stickstoff
{im Harn = 83.0 „ „
{im Koth = 82.5 „ „
165.5 Grmm. Stickstoff.

Differenz = + 9.0 Grmm. = 5.7 %.

3) 2. Heft, S. 285, Ochs I., 16. April bis 13. Mai 1859.

im Futter = 250.0 Grmm. Stickstoff
{im Harn = 150.0 „ „
{im Koth = 85.0 „ „
235.0 Grmm. Stickstoff.

Differenz = — 15.0 Grmm. = 6.4 %.

4) 2. Heft, S. 285, Ochs II., 16. April bis 13. Mai 1859.

im Futter = 220.0 Grmm. Stickstoff
{im Harn = 150.0 „ „
{im Koth = 80.0 „ „
230.0 Grmm. Stickstoff.

Differenz = + 10.0 Grmm. = 4.4 %.

1) Beiträge zur Begründung einer rationellen Fütterung des Wiederkäuers; 1. Heft 1860 und 2. Heft 1864.

2) A. a. O., Heft 2, S. 10.

3) A. a. O. Thl. 2, S. 323.

5) 2. Heft, S. 308, Ochs I., 28. März bis 2. April 1860.

im Futter = 195.0 Grmm. Stickstoff
{im Harn = 120.0 " "
{im Koth = 90.0 " "

210.0 Grmm. Stickstoff.

Differenz = + 15.0 Grmm. = 7.7 %.

6) 2. Heft, S. 309, Ochs II., 28. März bis 2. April 1860.

im Futter = 230.0 Grmm. Stickstoff
{im Harn = 130.0 " "
{im Koth = 95.0 " "

225.0 Grmm. Stickstoff.

Differenz = — 5.0 Grmm. = 2.2 %.

7) 2. Heft, S. 249, Ochs I., 9.—27. März 1861.

im Futter = 215.0 Grmm. Stickstoff
{im Harn = 100.0 " "
{im Koth = 105.0 " "

205.0 Grmm. Stickstoff.

Differenz = — 10.0 Grmm. = 4.9 %.

8) 2. Heft, S. 249, Ochs II., 11.—27. März 1861.

im Futter = 255.0 Grmm. Stickstoff
{im Harn = 120.0 " "
{im Koth = 120.0 " "

240.0 Grmm. Stickstoff.

Differenz = — 15.0 Grmm. = 6.3 %.

9) 2. Heft, S. 249, Ochs I., 9.—22. April 1861.

im Futter = 275.0 Grmm. Stickstoff
{im Harn = 120.0 " "
{im Koth = 135.0 " "

255.0 Grmm. Stickstoff.

Differenz = — 20.0 Grmm. = 7.8 %.

10) 2. Heft, S. 250, Ochs I, 8.—13. Mai 1861.

im Futter = 150.0 Grmm. Stickstoff
{im Harn = 55.0 " "
{im Koth = 85.0 " "

140.0 Grmm. Stickstoff.

Differenz = — 10.0 Grmm. = 7.2 %.

Auch Grouven[1]) hat hierher gehörige Experimente an Ochsen gemacht, die denselben Schluss zulassen wie die von Henneberg und Stohmann.

---

1) Physiol. chem. Fütterungsversuche, 1864.

1) A. a. O. S. 123, 8 Tage, 20.—28. Dezember 1862.

im Futter = 1087.79 Grmm. Stickstoff

{im Harn = 804.14 „ „
{im Koth = 349 53 „ „

1153.67 Grmm. Stickstoff.

Differenz = + 65.88 Grmm. = 6.0 %. — Differenz im Tag = 8.2 Grmm.

2) A. a. O., S. 123, 10 Tage, 6.—15. Januar 1863.

im Futter = 1506.42 Grmm. Stickstoff

{im Harn = 1068.43 „ „
{im Koth = 395.20 „ „

1463.63 Grmm. Stickstoff.

Differenz = — 42.79 Grmm. = 2.8 % — Differenz im Tag = 4.3 Grmm.

Jul. Lehmann hat, wie ich aus mündlicher Mittheilung weiss, bei einem Schweine ebenfalls allen Stickstoff des Futters im Harn nnd Koth auftreten sehen; Boussingault hatte dagegen bei diesem Thiere einmal 37%, ein ander Mal 55% Deficit erhalten.

Ein sehr bedeutender Theil des Stickstoffs der Nahrung fehlte nach den früheren Versuchen in den Exkrementen der Vögel. Nach Boussingault finden sich darin bei Tauben 35% nicht wieder, nach Sacc bei Hühnern 59%. Ludwig hatte desshalb den Ausspruch gethan, dass bei Tauben unzweifelhaft ein Dritttheil des Stickstoffs durch Haut und Lungen austritt.

Ich habe eingesehen, dass es bei Tauben möglich ist, die Angelegenheit zum Entscheid zu bringen. Gegen unsere Versuche am Hunde konnte früher nichts Anderes mehr eingewendet werden, als dass vom Körper, trotz des Gleichgewichts im Stickstoff der Einnahmen und Ausgaben durch Harn und Koth, doch noch Stickstoff vom Körper des Thieres abgegeben wird, was aber nach meinen neueren Mittheilungen ebenfalls beseitigt ist. Bei einem kleineren Thiere ist es ausführbar, während sehr langer Zeit die Stickstoffaufnahme und Abgabe zu controliren und dabei nach und nach soviel Stickstoff in der Nahrung zu geben, dass der im Körper befindliche dagegen nicht in Betracht kommt. Wenn hier nun der Stickstoff der Nahrung völlig in den Exkrementen erscheint, so wäre eine weitere Abgabe von Stickstoff vom Körper mit einer grossen Abmagerung oder dem Tode des Thieres verbunden gewesen. Dies war offenbar das experimentum crucis dafür, ob der obige Satz richtig ist und allgemeine Gültigkeit hat oder nicht. Die

dabei erhaltenen Resultate sind in einer vorläufigen Mittheilung in den Annalen der Chemie und Pharmazie (1862. Suppl. Bd. 2. S. 238) schon bekannt gemacht worden.

Ich habe zu diesem überaus mühevollen Experimente eine ausgewachsene Taube gewählt, um den Ansatz von Substanz möglichst zu vermeiden. Ich hatte wie Boussingault das Thier zuerst in einen mit einem Glasboden versehenen Käfig untergebracht; es stellte sich aber nach einigen vorläufigen Versuchen heraus, dass auf diese Weise unmöglich die Exkremente genau erhalten werden können, da die Taube in denselben herumtritt, sie mit den Füssen und Flügeln zerstreut oder beim Entleeren an das Gitter und die Wände anspritzt. Ich musste daher vor Allem darauf bedacht sein, eine Methode zu finden, die die Exkremente möglichst rein und vollständig zu sammeln erlaubt. Nach längeren Versuchen wurde das Thier schliesslich auf eine frei stehende, 1½ Fuss lange geriefte Holzleiste gesetzt und durch Schnüre, welche an den Wurzeln der Flügel befestigt waren, am Fortfliegen und Verlassen der Leiste gehindert, während sie auf der letztern ganz leicht hin und her spazieren konnte. In den ersten Tagen suchte sie manchmal aufzufliegen oder sich zu befreien, aber sehr bald hatte sie sich an ihre Lage so gewöhnt, dass sie nur ihren Spaziergang auf der Leiste machte. Der Körper der Taube stand so von allen Seiten vollkommen frei, so dass der entleerte Koth nirgends ankleben konnte, sondern auf eine in einem Abstand von ½ Fuss unterhalb der Leiste liegende grosse geschliffene Glasplatte fiel, von der er mit der Schneide eines Messers leicht weggenommen werden konnte. Nur durch diese Vorrichtung war es möglich, alle Exkremente ohne jeglichen Verlust zu erhalten.

Es musste ferner eine Nahrung gereicht werden, welche der Taube auf lange Zeit genügt und zur genauen Bestimmung der Elemente, namentlich des Stickstoffs, möglichst gleichmässig zu erhalten war. Ich habe als Nahrung Erbsen ausgewählt, da sie diesen Anforderungen am besten entsprachen.

Es wurde die zum ganzen Versuch nöthige Menge gebrochener d. h. von der äusseren Hülse befreiter Erbsen aus einem Vorrath, der von dem gleichen Standort stammte, gekauft, einige Tage im

Zimmer stehen gelassen und dann lufttrocken genau gewogen. Es waren 3642.7 Grmm. Davon wurden nun aus verschiedenen Stellen einzelne der Erbsen herausgenommen, zerstossen und die Mischung zum Trocknen bei 100° abgewogen. So erfuhr man den momentanen Wassergehalt der ganzen Portion Erbsen von 3642.7 Grmm. Das bei 100° getrocknete Pulver wurde endlich zu Stickstoffbestimmungen verwendet, aus denen man dann den Stickstoffgehalt aller Erbsen leicht berechnen konnte. Sobald alle Erbsen verfüttert wurden, war es gleichgültig, ob dieselben im Laufe der Zeit durch Aufnahme oder Abgabe von Wasser ihr Gewicht veränderten.

I. Bestimmung des Wassergehalts der Erbsen:

	Lufttrockene Erbsen in Grmm.	Bei 100° trocken in Grmm.	Feste Theile in %.	Wasser in %.
a.	4.2263	3.6393	86.11	13.89
b.	3.8701	3.3238	85.88	14.12

Im Mittel befinden sich demnach in

100 Grmm. lufttrockner Erbsen = 85.99 Grmm. feste Theile
und 14.01 „ Wasser.

also in 3642 7 Grmm. lufttrockner Erbsen:

3132.4 Grmm. feste Theile
und 510.3 „ Wasser.

(Fehlergrenzen: 3128.3 — 3136.7 Grmm. feste Theile
und 506.0 — 514.4 „ Wasser.

II. Bestimmung des Stickstoffgehalts der bei 100° getrockneten Erbsen mit Natronkalk.

Das Ammoniak wurde in 20 c.c. einer verdünnten Schwefelsäure mit 0.2188 Grmm. wasserfreier Säure (im Mittel aus mehreren übereinstimmenden Analysen) aufgefangen. 1 c.c. neutralisirter Säure entspricht daher 0.00383 Grmm. Stickstoff. Mit einer verdünnten Natronlauge wurde geprüft, wie viel von der Schwefelsäure durch das Ammoniak neutralisirt worden ist.

	Trockne Erbsen in Grmm.	Neutralisirte Säure in c. c.	Stickstoff in Grmm.	Stickstoff in %.
a.	0.4384	5.41	0.0207	4.72
b.	0.3827	4.86	0.0166	4.86
c.	0.3107	3.85	0.0147	4.74
d	0.2961	3.75	0.0144	4.84
e.	0.3229	3.96	0.0152	4.69

Es ergeben sich im Mittel aus diesen 5 Analysen 4.77 % Stickstoff in den bei 100° getrockneten Erbsen. Horsford fand in Tischerbsen 4.42% und in Felderbsen aus Giessen 4.57%; W. Mayer[1]) 4.2 und 4.8 und 4.9% Stickstoff.

In den 3132.4 Grmm. bei 100° trockner und 3642.7 Grmm. lufttrockner Erbsen sind also 149.4 Grmm. Stickstoff enthalten. (Fehlergrenzen: 146.9 — 152.2 Grmm. Stickstoff; oder mit den Schwankungen des Wassergehaltes als höchste Differenzen 146.7 bis 152.4 Grmm. Stickstoff.)

Die Taube wurde nun am 5. Oktober 1861, nachdem sie den Abend vorher zuletzt gefressen und unterdessen viel Koth entleert hatte, zum ersten Male mit den Erbsen gefüttert. Um vor jeglichem Verlust sicher gestellt zu sein, wurde ihr das Fressen nie selbst überlassen, sondern jeden Tag eine Quantität der Erbsen, die nach einem vorgängigen Versuch als genügend befunden wurde, in etwas Wasser eingeweicht und ihr dann sorgfältig mit dem Wasser eingebracht.

Das Körpergewicht des Thieres betrug am 5. Oktober bei Beginn der Versuchsreihe 371 Grmm. Im Laufe der Zeit nahm es allmählich um etwa 70 Grmm. zu und blieb sich dann gleich, d. h. die Taube hatte sich mit der Nahrung in einen Gleichgewichtszustand versetzt und ernährte sich damit vollkommen. Das Körpergewicht schwankte folgender Maassen:

5. Oktober	1861	371	Grmm.
13. November	„	431	„
23. „	„	447	„
14. Dezember	„	455	„
21. „	„	447	„
29. „	„	443	„
5. Januar	1862	441	„
5. Februar	„	444	„

Am 5. Februar 1862 wurde die letzte Portion der Erbsen verfüttert und nach 24 Stunden, den 6. Febr., die Taube bei einem Gewicht von 423 Grmm. getödtet, um den im Darm befindlichen Kothrest zu erhalten und den Zustand ihres Körpers kennen zu lernen.

1) Annalen der Chemie und Pharmazie. Bd. 101, S. 144.

Während des ganzen Zeirtaumes vom 5. Oktober 1861 bis 6. Februar 1862 (= 124 Tage) wurden die entleerten Exkremente, so oft etwas auf der Glasplatte zu bemerken war, auf's Genaueste in einem Porzellanschälchen gesammelt, von jedem Tag bei 100° getrocknet und das Trockne schliesslich in eine grössere Porzellanschale gebracht. Eine Zersetzung der Exkremente und eine Entweichung von Ammoniak war beim Eintrocknen nicht wohl zu befürchten, da dieselben stets sehr stark sauer reagirten.

Der zerkleinerte Inhalt der grossen Porzellanschale wurde nun in einem grossen Trockenofen bei 100° so lange getrocknet, bis keine Gewichtsabnahme mehr stattfand. Zuletzt wurden kleine Portionen herausgenommen und für sich getrocknet, um die Ueberzeugung zu gewinnen, dass kein Wasser mehr darin enthalten war. Die trockne Masse von Harn und Koth wog am Ende 976 Grmm.

Ich hatte jetzt noch die scheinbar einfache Aufgabe den Stickstoffgehalt der trockenen Exkremente zu bestimmen. Dies war aber weit schwieriger auszuführen, als ich mir vorstellte.

Die Exkremente der Vögel sind nämlich nicht gleichmässig zusammengesetzt, der eigentliche Koth hat einen viel geringern Stickstoffgehalt als der dem Koth aufsitzende, vorzüglich aus harnsauren Salzen bestehende Harn. Es war daher eine genaue Mischung der Masse herzustellen.

Zu dem Zweck habe ich die Exkremente in einem gut schliessenden Mörser so fein als möglich gepulvert; der trockne Harn zerfiel dabei wie Mehl, der Koth war spröde und hart und konnte nicht so fein wie ersterer zerrieben werden. Als ich das Pulver durch Rühren mit einem Stab gemischt hatte, bemerkte ich aber alsbald, dass die Mischung nicht gleiches Aussehen hatte, der feinere trockne Harn hatte sich grösstentheils zu Boden gesenkt und füllte die kleinen Räume zwischen dem gröbern Koth aus, oben befanden sich vorzüglich die Körnchen des Kothes und wenig Harnsäure. Die Stickstoffbestimmung erwies auch die verschiedene Zusammensetzung der Schichten.

Als ich von den oberen Theilen der Mischung wegnahm, erhielt ich bei 8 Analysen folgende Werthe (das durch Natronkalk entwickelte Ammoniak wurde grösstentheils in 20^c.c. einer titrirten

Schwefelsäure aufgefangen, im Versuch 8 aber in Salzsäure, aus der man es dann durch Platinchlorid ausfällte):

	Bei 100° trockne Substanz in Grmm.	Schwefelsäure in 20 c. c. in Grmm.	Neutralisirte Säure in c. c. oder Platin in Grmm.	Stickstoff in Grmm.	Stickstoff in %.
1.	0.3394	0.2188	12.81	0.0490	14.45
2.	0.1897	0.2188	7.30	0.0279	14.73
3.	0.1872	0.2188	7.20	0.0276	14.73
4.	0.2019	0.2365	7.71	0.0295	14.62
5.	0.2787	0.2365	9.85	0.0408	14.63
6.	0.2466	0.2365	8.50	0.0352	14.27
7.	0.3563	0.2365	12.60	0.0522	14.64
8.	0.3281	—	0.3393 Pt.	0.0482	14.69

Im Mittel ergeben sich hier 14.59% Stickstoff.

Als ich aber die gröbern Körner durch ein Sieb absiebte, und vom feinern Pulver zur Untersuchung nahm, bekam ich ansehnlich höhere Zahlen:

	Bei 100° trockne Substanz in Grmm.	Schwefelsäure in 20 c. c. in Grmm.	Neutralisirte Säure in c. c.	Stickstoff in Grmm.	Stickstoff in %.
1.	0.2495	0.2188	12.89	0.0474	19.01
2.	0.2855	0.2188	14.27	0.0546	19.12
3.	0.1449	0.2188	7.08	0.0271	18.71

Also im Mittel 18.94% Stickstoff, während ich vorher 14.59% erhielt.

Diese verschiedenen Resultate wiesen darauf hin, dass das Hauptaugenmerk auf eine völlig gleichmässige Mischung gerichtet sein müsse, wenn man nicht den bedeutendsten Fehlern ausgesetzt sein wollte.

Ich habe dies durch folgendes umständliche Verfahren erreicht. Das gesammte Pulver wurde auf einen grossen Bogen Glanzpapier in dünner gleichmässiger Schicht ausgebreitet und nun daraus an 16 verschiedenen Stellen gleich grosse Quadrate mit einer Form ausgestochen. Man erhielt so eine richtige Mischung des gröbern und feinern Pulvers. Die auf den 16 Papierquadraten liegende Substanz wurde nochmals nach sorgfältiger Vermengung ausgebreitet und wiederum an 16 Stellen gleich grosse Quadrate ausgestochen. Diese Mischung wurde

endlich zum dritten Male in dünner Lage ausgebreitet und davon 12 Proben, welche eine für die Elementaranalyse hinreichende Menge Substanz enthielten, weggenommen. Da also immer die Lagen in ihrer ganzen Dicke zur Verwendung kamen, so wurde das richtige Verhältniss des in der Mischung befindlichen Harn's und Koth's nicht gestört.

Die 12 Analysen lieferten folgende Zahlen:

	Bei 100° trockne Substanz in Grmm.	Schwefelsäure in 20 c. c. in Grmm.	Neutralisirte Säure in c. c. oder Platin in Grmm.	Stickstoff in Grmm.	Stickstoff in %.
1.	0.3823	0.2188	14.90	0.0571	14.92
2.	0.3911	0.2188	15.10	0.0578	14.78
3.	0.1814	0.2188	7.19	0.0275	15.17
4.	0.2610	0.2188	10.31	0.0395	15.12
5.	0.2074	0.2188	8.12	0.0311	14.95
6.	0.2301	0.2188	9.06	0.0347	15.08
7.	0.2085	0.2365	7.51	0.0311	14.91
8.	0.3598	0.2365	12.90	0.0534	14.83
9.	0.2877	0.2365	10.44	0.0432	15.02
10.	0.2983	—	0.3117 Pt.	0.0443	14.84
11.	0.3311	—	0.3443 Pt.	0.0489	14.77
12.	0.3252	—	0.3441 Pt.	0.0488	15.02

Das Mittel ergiebt 14.95% Stickstoff; die grössten Schwankungen sind 14.77 bis 15.17% = 2.7% des gesammten Stickstoffs.

Nach den Analysen von Boussingault (a. a. O.) sind in 100 Grmm. trockener Exkremente der Taube nach Fütterung mit Hirse nur 9.12 — 9.24% Stickstoff.

Ich habe auch einmal die ganze Portion Harn und Koth, wie sie von der Taube entleert wurde, in einem Porzellanschälchen aufgefangen, getrocknet und mit Natronkalk verbrannt;

0.4428 Grmm. trockne Substanz angewendet; von 20 c.c. verdünnter Schwefelsäure (mit 0.2244 Grmm. Säure) wurden 16.9 c.c. neutralisirt = 0.0664 Grmm. = 14.99% Stickstoff.

Wir hatten aber im Ganzen 976 Grmm. bei 100° trockner Exkremente, in denen also (nach der Mittelzahl 14.95%) 145.9 Grmm. Stickstoff enthalten sind; in den verzehrten Erbsen waren im Mittel 149.4 Grmm. Stickstoff vorhanden.

	Mittel	Minimum	Maximum.
Erbsen	149.4	146.9	152.2
Exkremente	145.9	144.1	148.1

Da die Abweichungen der Zahlen des Minimums und Maximums nicht von kleinen Fehlern in der Analyse herrühren, sondern von Abweichungen in der Zusammensetzung der Erbsen und der Exkremente, so ist es nicht möglich, dass die Erbsen 146.9 oder 152.2 Grmm. oder die Exkremente 144.1 oder 148.1 Grmm. Stickstoff enthalten haben, sondern es ist die Mittelzahl die richtige. Darnach wären in den Exkrementen nur 3.5 Grmm. = 2.3% Stickstoff des Futters nicht aufzufinden gewesen.

Dieses Resultat stellt sich heraus, wenn man weiter gar keine Betrachtungen macht. Man ersieht aber aus den Gewichtsverhältnissen des Thieres, dass es in der ersten Zeit um etwa 70 Grmm. an Gewicht zugenommen hat, wobei es sich offenbar mit der sehr stickstoffreichen Nahrung allmählich in Gleichgewichtszustand versetzte. Nimmt man daher an, diese 70 Grmm. Zunahme an Körpermasse hätten vorzüglich aus eiweissartiger Substanz (Fleisch) bestanden, was bei dem hohen Gehalt des Futters an Stickstoff am wahrscheinlichsten ist, so wären in 70 Grmm. nassem Fleisch 2.4 Grmm. Stickstoff angesetzt worden. Wir würden dann aus Harn, Koth und Fleischansatz eine Stickstoffmenge von 148.3 Grmm. gegenüber 149.4 Grmm. in den gefressenen Erbsen berechnen.

Ich glaube nun aus diesen Zahlen mit aller Sicherheit schliessen zu dürfen, dass bei der Taube, bei der Boussingault 35% Deficit fand, aller Stickstoff, so weit er bei unsern Untersuchungen nur irgend in Betracht kommen kann, durch Harn und Koth entfernt wird. Das darin Fehlende von 2.3% an Stickstoff kann nicht durch Haut und Lungen fortgegangen sein, da höchst wahrscheinlich eine Zunahme des Körpers an stickstoffhaltigen Bestandtheilen stattgefunden hat und doch bei der Masse der Exkremente ein geringer Verlust z. B. durch Verstäuben der feinen Harnsäure zu den unvermeidlichen Fehlern gehört.

Vergleicht man die von mir gefundenen Zahlen mit denen anderer Forscher, so wird man die höchst bedeutenden Differenzen nicht verkennen. Bleiben wir bei dem Deficit von 3.5 Grmm. Stick-

stoff in 124 Tagen, so würde dies 0.028 Grmm. im Tag ausmachen. Hätte Boussingault Recht, dass 35% des Stickstoffs der Nahrung bei der Taube sich nicht in den Exkrementen finden lassen, so hätte ich einen Verlust von 52.3 Grmm. Stickstoff haben müssen. Hätten Regnault und Reiset und Marchand Recht, die nach den Analysen der Perspirationsprodukte 0.0730 bis 0.0905 Grmm. Stickgas von einer Taube aushauchen liessen, so hätte dies in 124 Tagen 9—11 Grmm. Stickstoff ausgemacht.

Gesetzt den Fall es wären 5% der Stickstoffabgabe durch die Exkremente noch vom Körper des Thieres zugesetzt und durch die Perspiration entfernt worden, so hätte dies 7.3 Grmm. Stickstoff = 215 Grmm. Fleisch betragen, was bei einem Körpergewicht der Taube von 450 Grmm. mit etwa 14 Grmm. Stickstoff (am ganzen Körper) unmöglich unbemerkt hätte bleiben können; es hätte sich dies an einer starken Abmagerung des Körpers oder den Hungertod manifestiren müssen, während das Thier bei der Sektion im Gegentheil sehr fleischreich gefunden wurde. Hätte das Thier bei einem gesammten Stickstoffgehalt von etwa 14 Grmm. nur 0.11 Grmm. im Tag vom Körper noch hergegeben und auf anderen Wegen als durch die Exkremente entfernt, so wäre gar nichts mehr von ihm übrig geblieben; Boussingault fand aber eine Abgabe von 0.16 Grmm. Stickstoff durch die Perspiration.

Bei meinem Versuche war das Gewicht der gefressenen Erbsen 8mal grösser als das der Taube, und der Stickstoffgehalt der Erbsen 10mal grösser als der Gesammtstickstoff im Thier.

Ich habe aber in diesem Experiment noch eine weitere Controle für meinen Ausspruch. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass die Aschebestandtheile, soweit sie in Betracht kommen können, durch Koth und Harn entfernt werden. Ich habe daher schon früher (S. 53) darauf aufmerksam gemacht, dass eine beträchtliche Stickstoffabgabe vom Körper nicht wohl stattgefunden haben kann, wenn die Menge des Stickstoffs und der Asche der Exkremente durch die der Nahrung genau gedeckt wird, da bei Zersetzung von stickstoffhaltigen Körperbestandtheilen immer auch Asche frei werden würde, die dann in dem Harn oder Koth auftreten müsste. Aus den folgenden Analysen wird hervorgehen, dass auch die Salze der

Nahrung in den Exkrementen der Taube vollständig wieder austraten, nicht mehr und nicht weniger.

Die Erbsen enthielten an Asche:

	Bei 100° trockne Erbsen	Asche	% Asche
1)	1.4198	0.0422	2.97
2)	1.2937	0.0391	3.02
3)	1.4857	0.0456	3.07

Im Mittel finden sich in den trocknen Erbsen 3.02% Asche; in andern Erbsen hatte ich früher 2.83% gefunden. In den 3132.4 bei 100° trocknen Erbsen waren also 94.6 Grmm. Asche enthalten (Fehlergrenzen 93.0 — 96.2 Grmm.).

Die Exkremente enthielten an Asche:

	Bei 100° trockne Exkremente	Asche	% Asche
1)	2.1030	0.2024	9.62
2)	2.3665	0.2292	9.68
3)	1.7129	0.1649	9.63
4)	0.2237	0.0216	9.66
5)	0.2323	0.0229	9.85
6)	0.1930	0.0187	9.69
7)	4.8860	0.4730	9.68
8)	2.9122	0.2835	9.73
9)	5.3247	0.5219	9.80

Im Mittel ergeben sich 9.70% Asche und darnach in 976 Grmm. bei 100° trockner Exkremente 94.7 Grmm. Asche.

	Mittel	Minimum	Maximum
Erbsen	94.6	93.0	96.2
Exkremente	94.7	93.9	96.1

Die erhaltene Asche reagirte alkalisch. In 100 trocknem Taubenkoth nach Fütterung mit Hirse befanden sich nach Boussingault[1]) 10.72—11.80% Asche.

Nach einer Analyse von Will und Fresenius enthält die Asche der Erbsen 31.54% Phosphorsäure, in den gefütterten Erbsen wären darnach 29.74 Grmm. Phosphorsäure gewesen; in der Kothasche fand ich bei 31.54% 29.96 Grmm. Phosphorsäure.

1) A. a. O.

Ich will hier noch einige andere Data anfügen, die bei dem Versuch mit der Taube gewonnen worden sind, obwohl sie mit der hier behandelten Frage in keinem nähern Zusammenhang stehen.

Es ist zunächst nicht uninteressant, den Kohlenstoffgehalt der Erbsen und der Exkremente zu vergleichen, da man daraus ziemlich genau wird entnehmen können, wieviel Kohlenstoff für die Respiration übrig geblieben ist. Nach Playfair[1]) ist der Kohlenstoffgehalt der bei 100° trocknen Erbsen 42.55%, in den 3132.4 Grmm. bei 100° trockner Erbsen befanden sich daher 1332.8 Grmm. Kohlenstoff.

Aus der Masse des Koths beliebig herausgenommene Proben zeigten in der Kohlenstoffmenge bedeutende Differenzen, weil die Mischung keine gleichmässige war, doch wird man daraus wohl eine annähernd genaue mittlere Zahl entnehmen können.

	Bei 100° trockene Substanz in Grmm.	Kohlensäure in Grmm.	Kohlenstoff in Grmm.	Kohlenstoff in %.
1.	0.4292	0.5627	0.1535	35.57
2.	0.4842	0.5653	0.1541	31.83
3.	0.4818	0.6499	0.1772	36.57

Im Mittel bekam man 34.66%. Boussingault[2]) fand im Taubenkoth nach Fütterung mit Hirse 39.65—40.63% Kohlenstoff.

In den 976 Grmm. bei 100° trockner Exkremente sind daher 338.3 Grmm. Kohlenstoff entleert worden, so dass für die Respiration noch 994.5 Grmm. übrig blieben, die in 124 Tagen ausgeschieden wurden; auf den Tag träfen demnach 8.02 Grmm. Kohlenstoff.

Zusammenstellung der Ergebnisse im Mittel im Tag.

	Stickstoff	Kohlenstoff	Salze
25.26 Grmm. trockne Nahrung	1.20	10.75	0.76
7.87 „ trockne Exkremente	1.18	2.73	0.76
17.39 Grmm. für Haut und Lungen	—	8.02	—

Ich habe auch bestimmt, wie viel Harnsäure in den Exkrementen enthalten ist, indem ich eine Portion derselben mit verdünnter Kalilauge erschöpfte und aus der Lösung die Harnsäure mit Salzsäure

1) Liebig's Thierchemie S. 290.
2) A. a. O.

fällte. Ich erhielt so im Mittel aus 2 Versuchen 29% Harnsäure, also in den gesammten Exkrementen 283 Grmm. Harnsäure = 2.3 Grmm. Harnsäure im Tag. Nimmt man an, dass die Harnsäure im Harn des Vogels der einzige stickstoffhaltige Bestandtheil ist, so befänden sich bei unserer Taube 64% Stickstoff im Harn und 36% im Koth.

Bei der Sektion der Taube ergab sich Folgendes. Der ganze Körper war sehr muskelkräftig und enthielt auch im Unterhautzellgewebe und in der Bauchhöhle ziemlich viel Fett. Das Thier hatte 24 Stunden vorher zum letzten Male Erbsen erhalten; der Kropf fand sich vollkommen leer, die Wandung desselben reagirte schwach sauer. Die innere Fläche des Magens war mit einem grasgrünen filzigen Ueberzug bedeckt, der Magen aber im Uebrigen leer, namentlich waren keine Erbsen darin enthalten; Reaktion schwach sauer. Auf gleiche Weise waren im Darm keine Ueberreste der Erbsen mehr wahrzunehmen; im obern Theil des Darms befand sich eine kleine Strecke weit ein grünlicher, schleimiger, schwach saurer Inhalt, der weiter nach abwärts eine gelbe Färbung annahm; schliesslich wurde die schmierige Masse dünnflüssiger und das ganze Darmrohr zeigte sich mit einer braunröthlichen schwach sauern Flüssigkeit angefüllt.

Vom Gesammtgewicht der Taube von 423 Grmm. kamen auf:

Knochen	42.3 Grmm.	=	10.0 %.
Muskeln	192.3 „	=	45.5 „
Gehirn	2.3 „	=	0.5 „
Herz	5.5 „	=	1.3 „
Leber	9.3 „	=	2.2 „
Lungen mit Trachea .	7.1 „	=	1.7 „
Milz	0.3 „	=	0.1 „
Nieren	4.3 „	=	1.0 „
Magen	7.6 „	=	1.8 „
Hoden	0.6 „	=	0.2 „
Steissdrüse	0.5 „	=	0.1 „
Haut und Fettgewebe	69.8 „	=	16.5 „
Federn	35.9 „	=	8.5 „

Ich habe bis hierher dargethan, dass nachdem einmal durch die Versuche an Hunden die Sache richtig aufgefasst und das ein-

zuschlagende Verfahren festgestellt war, seitdem bei keiner Untersuchung und bei keinem Thiere bei Erhaltungsfutter ein Deficit von Stickstoff im Harn und Koth gefunden wurde. Ich stehe daher nicht an, es als ein allgemein gültiges Gesetz hinzustellen, dass unter gewöhnlichen Verhältnissen aller Stickstoff der im Körper zersetzten stickstoffhaltigen Stoffe denselben durch Harn und Koth verlässt. Die von Boussingault für die Taube, das Schwein und die Kuh; von Barral und Andern für den Menschen und früher von Bischoff und Hoppe für den Hund gemachten Angaben haben sich als völlig unrichtig erwiesen und es wird nicht nöthig sein, die Experimente von Boussingault am Pferd oder die von Sacc an Hühnern erst zu wiederholen, um sie ebenfalls als ganz unbrauchbar zu bezeichnen.

Diese Untersuchungen galten aber als Hauptbeweis dafür, dass ein Theil des Stickstoffs der im Thierkörper zersetzten Substanzen nicht durch Harn und Koth, sondern durch Haut und Lungen ausgeschieden wird. Der Glaube an eine anderweitige Stickstoffausfuhr wurde nur durch die fehlerhaften Resultate dieser Untersuchungen hervorgerufen. Von der geringfügigen Stickstoffausgabe durch die Perspiration, welche Regnault und Reiset und Marchand manchmal fanden, hätte erst ihr Ursprung von zersetzten Bestandtheilen des Körpers oder der Nahrung bewiesen werden müssen, um sie in obigem Sinne zu verwerthen, wozu wenigstens Regnault keine Veranlassung gab. Wenn gleich nach diesen Respirationsuntersuchungen, ehe man durch die statistischen Versuche von Boussingault und Andern an ein Deficit glaubte, die Arbeiten von Bidder und Schmidt und von uns bekannt geworden wären, so hätte Jedermann die Resultate derselben für selbstverständlich gehalten, die mit den sogenannten direkten Bestimmungen nicht in Widerspruch, ja nicht einmal in Zusammenhang stehen.

Wenn experimentelle Untersuchungen zu einem Ziele führen, das sich mit den gangbaren Anschauungen der Zeit in Uebereinstimmung bringen lässt, so gibt man sich damit gerne zufrieden, wesshalb es viel für sich hat, mit dem Strome der Zeit zu schwimmen. Wenn sie aber in das Bild, das sich Jeder nach den bestehenden

Kenntnissen von seiner Wissenschaft macht, nicht passen und man in Folge davon allerlei Vorstellungen ändern und anerkennen muss, dass man bisher gewaltig geirrt, so entschliesst man sich schwer dazu und wird leicht gegen den, der mit harter Arbeit die Vorurtheile zu bekämpfen gesucht, ungerecht.

Wenn man in der That im Stande ist, bei den gleichen Organismen, bei denen Andere ein so bedeutendes Deficit gefunden haben wollen, dies nicht zu entdecken, so fällt damit alles das, was die frühern Versuche hätten beweisen sollen, zusammen. Statt aber anzuerkennen, dass mit dem Nachweis der Unrichtigkeit der frühern Versuche ein Fortschritt gemacht worden ist, stellt man sich auf den neu gewonnenen Standpunkt und bringt allerlei Einreden, die man früher den andern Untersuchungen gegenüber nie gemacht hat, um mit einigem Anstand noch eine Zeit lang eine Meinung zu halten, für die nicht der mindeste Beweis vorliegt.

Ich bin auf diese Einreden eingegangen und habe alles Mögliche gethan, um sie als nichtig zu erweisen. Ich bemerke aber, dass meine Gegner nicht den gewöhnlichen Weg der Naturforschung betreten haben, in der man nicht durch Gegenreden, sondern nur durch Gegenexperimente widerlegt. Man wünscht von der Gegenseite immer Beweise von mir, während sie nicht im Stande ist, auch nur den Schatten eines Beweises für ihre Ansicht beizubringen.

Ich hoffe jetzt meinerseits die Beweise geliefert zu haben und erwarte bei ferneren Widersprüchen eine sie unterstützende Beobachtung statt wohlfeiler Meinungen.

Nachdem ich meinen Standpunkt festgestellt habe, werde ich von nun an in dieser Sache nur Experimente berücksichtigen, in der Ueberzeugung, dass Zweiflern gegenüber doch nichts hilft als die Zeit. Man wird, wenn man sich auch noch so sträuben mag, schliesslich doch der Wahrheit nicht mehr widerstehen können; ich halte es durch die obigen Untersuchungen für festgestellt, dass der Stickstoff der im Körper umgesetzten Stoffe, soweit er der quantitativen Analyse zugänglich ist, nur durch Harn und Koth aus dem Thierkörper entfernt wird.

Schluss folgt.

Die sächsischen Cholera-Epidemien des Jahres 1865.

Von

Max Pettenkofer.

I. Altenburg.

Das isolirte Auftreten der Cholera in einzelnen Orten und Ortstheilen Sachsens, die sämmtlich den Flussgebieten der Mulde, Pleisse und Elster an der Abdachung des Erzgebirges gegen die grosse norddeutsche Ebene hin angehören, ist ein Ereigniss, welches in der Geschichte dieser Weltseuche, soweit sie in Deutschland gespielt hat, neu ist, und den meisten räthselhaft erscheint. Das am schwersten heimgesuchte Werdau hatte in früheren Cholerajahren noch nie ein Zeichen der Empfänglichkeit gegeben. Isolirung und Absperrung haben die Stadt sicherlich nicht geschützt. Wie stark war die Industrie Werdau's im Jahr 1854 bei der grossen Ausstellung in München vertreten, und wie viele Industrielle und Arbeiter Werdau's mögen damals wenigstens mit Choleradiarrhöen behaftet von München heimgekehrt sein, nachdem bei uns die Cholera ausgebrochen war, und doch entwickelte sich damals keine Epidemie in Werdau! Aehnlich verhält es sich mit Altenburg, welches heuer stellenweise merklich epidemisch ergriffen wurde. In Altenburg war die Cholera bis jetzt ein einziges Mal gesehen worden. Im Jahr 1849 brachte preussisches Militär sie dahin, in welchem sich 9 und dann im Civil 20 Fälle ereigneten. Zwickau wurde von der Epidemie früher nie berührt. Glauchau hatte bereits einmal eine schwache Epidemie, aber in einem ganz andern Theil der Stadt als gegenwärtig. Diesmal zeigte sie sich gerade im obern Theil der Stadt, den sie das erste Mal ganz unberührt liess. Elsterberg ward heuer, wie Werdau, das erste Mal ergriffen. Da wir sehen, dass diesseits der Alpen und Vogesen in Süd-, West-, Nord- und Ost-

deutschland heuer sonst die örtliche Disposition für Cholera fehlt, so müssen wir uns mit um so grösserem Erstaunen fragen: wie es komme, dass sie in so begrenzter Ausdehnung gerade auf dieser Abdachung des Erzgebirges zwischen Mulde und Elster ausnahmsweise vorhanden sein kann? Man wird es begreiflich finden, dass ich nicht länger widerstehen konnte, diesen sächsischen Cholera-Inseln einen kurzen Besuch abzustatten.

Nachdem ich den Präsidenten des k. sächsischen Landesmedicinalcollegiums, Herrn Geh. Rath Dr. Walther in Dresden, um einige Empfehlungen gebeten hatte, langte ich am 27. November in Altenburg an, wo ich von dem Herrn Geh. Medicinalrath Dr. Göpel in seiner originellen Art herzlich willkommen geheissen wurde. Wir gingen sofort an's Geschäft. Die Epidemie von Altenburg ist eines der lehrreichsten Objecte, die man finden kann. Die Epidemie ist nicht so gross und ausgedehnt, dass sie sich nicht vom ersten eingeschleppten Fall an vollständig hätte überschauen und beherrschen lassen. Die Registrirung der einzelnen Fälle nach Zeit und Ort ist von Anfang an strengen und correcten Principien gemäss erfolgt, und nicht minder sorgfältig und gewissenhaft wurde der persönliche Verkehr zwischen den einzelnen ergriffenen Häusern und Familien ermittelt.

Der erste Fall, den Herr Medicinalrath Dr. Geinitz behandelte, betraf eine Frau E., welche am 16. August mit ihrem $1^3/_4$jährigen bereits diarrhöekranken Kind von Odessa abgereist war, und nach einer ununterbrochenen Reise von 9 Tagen und 9 Nächten am 24. August in Altenburg anlangte. Sie stieg im Hause ihres Bruders in der Kunstgasse Nr. 678 ab. Am 27. August Mittags wurde Dr. Geinitz zum Kinde der Frau E. gerufen, weil der Durchfall, an dem das Kind schon in Odessa gelitten, sehr heftig geworden war. Zu dieser Zeit war die Mutter noch vollkommen wohl und munter, und erzählte dem Herrn Medicinalrath von dem Klima und den Gesundheitsverhältnissen in Odessa und von ihrer Reise. In Odessa habe damals ihres Wissens keine Krankheit geherrscht, und auf dem Schiffe seien sämmtliche Passagiere wohl und munter gewesen. Jedoch seien sie an einigen Orten der türkischen Grenze vorübergefahren, wo die Cholera geherrscht habe.

An demselben Tag, am 27. August, Abends 9 Uhr erkrankte Frau E. Dr. Geinitz wurde am 28. August früh gerufen. Die Kranke litt an allen Symptomen der asiatischen Cholera. Am 29. August früh halb 2 Uhr erfolgte der Tod. In demselben Hause erkrankte am 29. August Abends 8 Uhr die Schwägerin der Frau E. an Cholera, und starb am 30. August Abends halb 12 Uhr.

Dieses Haus in der Kunstgasse bildete den ersten Infectionsherd, von dem aus die Krankheit nachweisbar verbreitet wurde.

Ehe wir in weitere Eröterungen eingehen, sei es gestattet, dem Gedächtniss der Leser aus meiner früheren Abhandlung die Hauptpunkte wieder in Erinnerung zu bringen, auf welche es nach meiner Ansicht bei der epidemischen Entwicklung der Cholera wesentlich ankommt. Zur Entwicklung einer Cholera-Epidemie gehört

1) der durch den menschlichen Verkehr verbreitbare specifische Keim, die specifische Cholera-Ursache, deren hauptsächlichster Träger die Darmexcremente von Choleradiarrhöekranken und möglicher Weise auch von Gesunden sind, welche aus von Cholera inficirten Orten kommen;
2) eine von Menschen bewohnte Bodenschichte, welche für Wasser und Luft bis zu einer gewissen Tiefe (bis zur Tiefe des Grundwassers) durchgängig ist;
3) die Gegenwart organischer, namentlich von Excrementen herrührender Stoffe, die sich in der Bodenschichte verbreitet haben;
4) eine zeitweise grössere Schwankung im Feuchtigkeitsgehalt dieser Schichte, welche sich im Alluvialboden am einfachsten und zuverlässigsten in dem wechselnden Stande des Grundwassers ausspricht, wobei namentlich die Zeit des Zurücksinkens von einer ungewöhnlichen Höhe die Zeit der Gefahr bezeichnet;
5) eine Disposition der Individuen an Cholera zu erkranken.

Die erste der Bedingungen für Altenburg hat sich durch die Ankunft der Frau E. und ihres Kindes aus Odessa erfüllt. Ob von diesen beiden aus einer inficirten Gegend Angekommenen eines oder das andere oder beide zugleich Träger des Infectionsstoffs gewesen seien, muss dahingestellt bleiben. Wenn man Frau E. als Trägerin betrachtet, obschon sie gesund in Altenburg ankam und

vom 24. bis 27. August sich dort noch ganz wohl befand, muss man auch zugeben, dass ihr diarrhöekrankes Kind gleichen Anspruch darauf habe, als Träger des Infectionsstoffes betrachtet zu werden. Ja, ich glaube, dass die auf der ganzen Reise andauernde Diarrhöe des Kindes wesentlich zur schnellen Entwicklung der Cholera in dem Hause der Kunstgasse beigetragen hat, indem mit der auf der Reise beschmutzten Wäsche sicherlich schon reifer Infectionsstoff in dieses Haus gebracht wurde, welches alle Merkmale einer ausgeprägten localen Disposition an sich trägt.

Mittheilungen des Herrn Geheimen Medicinalrathes Dr. Göpel über Lage und Grund der Stadt Altenburg.

Die Stadt Altenburg liegt auf der nördlichen Abdachung des Erzgebirges auf einem seiner letzten Ausläufer. Die ganze Umgegend ungefähr zwei Stunden im Umkreise ist hügelig, in den Einsenkungen laufen mehrere kleine Bäche und sehr viele Rinnsale, die meist aber nur in nassen Jahreszeiten oder Jahren Wasser führen. Die Gegend ist vielleicht wasserarm zu nennen. Die Stadt ruht im tiefsten Grunde durchweg auf Porphyrfelsen. Derselbe erhebt sich in vielen Spitzen fast bis an die Oberfläche des Bodens, macht aber auch sehr tiefe und weite Einsenkungen, die mit Lehm, Sand, Thon, im Osten der Stadt auch mit Braunkohle ausgefüllt sind. Er beginnt auf dem rechten Pleissenufer in der Gegend vom Dorf Greipzig, zieht sich steigend und fallend hinter Mockern (Steinbruch), Lehnitsch (Steinbruch), Stünzhayn (Steinbruch), von hier tief fallend, bis nach Windischleuba (Steinbruch). Von Stünzhayn geht er unter der Pleisse weg und tritt auf dem linken Pleissenufer bei Zschechwitz und Paditz (Steinbrüche) in einer hohen Kuppe empor. Von der Höhe bei Paditz fällt er tief und tritt erst in der Stadt Altenburg wieder zu Tage in der Nähe des grossen Teiches. In dieser Mulde, die bis an die Strasse nach Penig reicht, liegt Braunkohle. Er zieht sich unter einem Theile des grossen und unter dem kleinen Teiche von Altenburg hin, tritt in der Neugasse hinter Haus Nr. 747 und 748 zu Tage (früher Steinbruch), ebenso hinter der Frauengasse in der Nähe von Haus Nr. 901 bis 902 (ebenfalls früher Steinbruch), fällt wieder und steigt unter dem herzogl. Schloss empor, welches ganz auf Porphyrfelsen ruht. Von dort fällt er wieder jäh in die Tiefe, ragt nur am Ende der Neuen Sorge mit einer Spitze hervor, geht unter dem Pauritzer Teiche und dem Bahnhofe fort und tritt in der Nähe des Bahnhofplateau wieder zu Tage. Von dort an fällt er tief. Vom Plateau zieht er sich östlich nach der Dampfmühle und nach Roschwitz (Steinbruch am Wege). An seine Abdachung nach Osten legt sich Sand und in der Tiefe Sandstein an. Oberer Theil des Stiftsgrabens, der Jungferngasse, des Vorwerksgraben, Marstall, Schlossgarten, Neue Sorge, Felder hinter dem Schlossgarten, Hausweg, Exercierplatz bis zur Kaserne haben Sandunterlage mit vielen kleinen Quellen. Der grosse, der kleine und der Pauritzer Teich und der Stadtbach schneiden die Stadt in zwei Theile. Von hier aus steigen alle Strassen entweder nach Westen oder Osten. Der ganze Stadttheil nach Westen bis zur Strasse hinter dem Pohlhof und hinter dem deutschen Hof, Johannisvorstadt, Jo-

hannisgraben, Nicolaikirchhof, Teichgasse steht auf Kuppen oder Einsenkungen von Porphyr. Auf der westlichen Abdachung des Porphyrs bei dem Dorfe Zehme liegt Kalkstein, welcher gebrannt einen sehr guten Mörtel gibt, ist er mit Sand gemischt, so dient er zu schlechten Bausteinen. Er zieht sich einerseits über Lehndorf, Saara, Gardschütz, Kosma und andrerseits bei Mockern, Altendorf bis nach Altenburg. Der Anger, die Schmöllnische Vorstadt, der obere Theil der Langengasse haben zur Unterlage Lehm. In einer Tiefe von ungefähr 20 Ellen kommt man auf Kalkstein. In dieser Gegend hört der Kalkstein auf. In der Gegend des Angers fängt der Sand an, welcher sich unter dem Spital-Teich (dieser hat Quellen aus Sand kommend), Hospital zum heiligen Geist, Versorgungshaus, Sandgrube bis an den deutschen Bach zieht. Dort findet sich ein Sandsteinbruch, ebenso bei dem Dorfe Rasephas. Porphyr, Kalk und Sand sind fast überall mit zum Theile sehr mächtigen Lehmschichten überlagert. Kuppen und Mulden gibt es in Menge. Das Gefäll geht regellos durch einander. Nach Misselwitz hin finden sich fast überall mächtige Braunkohlenlager.

Der Boden von Altenburg bietet in jeder Hinsicht verschiedenartigen Wechsel dar. An einigen Stellen tritt compacter Porphyr, an andern Zechstein an die Oberfläche. Die Hauptmasse aber des Untergrundes von Altenburg bildet Alluvialsand und Lehm, die auf dem Porphyr und Zechstein aufliegen und zahlreiche Erhebungen und Senkungen, Hügel, Mulden und Steilränder bilden. Einen lehrreichen, übersichtlichen Anblick gewährt die grosse Sandgrube an der Zeitzer Strasse, wohin mich Herr Geh. Medicinalrath Dr. Göpel zu meiner Information brachte. Die Stellen, an welchen die Cholera in Altenburg auftrat, tragen sämmtlich alle Zeichen eines dafür empfänglichen Bodens an sich. Eine einzige Stelle fand sich, welche der Immunität zu widersprechen schien, die sonst der compacte Felsen als Baugrund der Häuser verleiht. Von dem herzoglichen Schlosse, welches auf zu Tage liegendem Porphyr steht, zieht sich eine Strasse — die Neue Sorge — längs eines Steilrandes des Schlossgartens nach einem trocken gelegten Teich hinab. Eine Reihe von Häusern, welche längs diesem Steilrand liegen, war sehr merklich epidemisch ergriffen. Wenn man vom tiefsten Punkt der Strasse nach dem Schloss geht, so gewahrt man gleich links beim Eintritt in dieselbe eine Partie Porphyr, welche die Oberfläche überragt. Von diesem Punkt zieht sich ein steiler bewachsener Abhang nach dem Schloss, wo der Porphyr wieder in mächtigen Partien zu Tage tritt. Es liegt sehr nahe zu glauben, dass der Porphyr sich von unten nach oben gleichmässig fortsetze, und dass auch der ergriffene

Theil der Neuen Sorge auf Porphyr liege, gleich dem tiefsten und höchsten Punkt derselben.

Die an Ort und Stelle vorgenommene Untersuchung aber lieferte das erwartete Ergebniss nicht. Die ergriffenen Häuser stehen auf Alluvialsand. Im Anwesen Nr. 1162 befindet sich ein gegrabener Brunnen, dessen Spiegel zur Zeit nur 3 Fuss 3 Zoll unter der Oberfläche des Bodens lag. Auf meine Frage, ob der Brunnen hinreichend Wasser gebe, erwiederte der Besitzer: dass gegenwärtig, wie überall, des Wassers wenig sei, aber im Frühling dieses Jahrs habe man ungewöhnlich viel Wasser beobachtet, da sei der Brunnen nahezu übergelaufen.

Auf die Frage, ob denn nicht der Steilrand des Hügels, der sich hinter den Häusern gegen das Schloss zieht, aus Porphyr bestehe, erhielten Herr Geh. Medicinalrath Dr. Göpel und ich die bestimmteste Antwort: dass das nicht der Fall sei, sondern dass auch dieser Hügel an der betreffenden Stelle aus dem gleichen Material, wie der Baugrund der Häuser bestehe. Diese Angabe fiel uns in der That auf. Der Besitzer des Hauses Nr. 1162 war aber im Stand, uns jeden Zweifel zu benehmen. Er führte uns durch den Garten in eine Sandgrube, die er an diesem Hügel eben eröffnet hatte, und wir hatten da einen sehr lehrreichen Einblick in eine mehr als zwanzig Fuss hoch blossliegende Schichte.

In Altenburg ist es unverkennbar, dass die Krankheit ihren Hauptsitz in jenem Stadttheil aufgeschlagen hatte, wo ein Bach, der Mühlgraben, den tiefsten Punkt der Terrainmulde durchzieht, in welcher die Kunstgasse, Hillgasse und Hinter-der-Mauer liegen. Noch vorhandene ältere Holzschnitte von Altenburg weisen nach, dass die gegenwärtige Kunstgasse ein Theil des nächstgelegenen Teichs war. Einige Häuser in diesen Strassen waren vergangenes Frühjahr ungewöhnlich stark mit Kellerwasser und Erdschweiss oder Schwitzwasser behaftet, ja in einigen Häusern hinter der Mauer drang das Wasser sogar in die Stuben des Erdgeschosses. Bei dem darauf folgenden ungewöhnlich heissen und trockenen Sommer folgte auf die vorhergegangene ganz ungewöhnliche Durchfeuchtung der porösen und mit Unrathstoffen aus den Häusern hinreichend imprägnirten Bodenschichte naturgemäss eine ganz abnorme Schwankung im Feuchtigkeitsgehalt des Bodens.

Noch an einem andern, diesem entgegengesetzten, Punkt Altenburgs liess sich eine ganz abnorme Schwankung des Grundwassers constatiren. In dem einzeln stehenden Haus Nr. 604[b] an der Zeitzer Strasse, in der Nähe des deutschen Baches, erkrankten am Tage meiner Ankunft fünf Personen fast gleichzeitig an Cholera, und bis zum nächsten Tag waren vier davon gestorben. Das Haus kann in jeder Hinsicht als ein mustergültiger Choleraherd betrachtet werden, wie ich bei andern Gelegenheiten schon mehrere beschrieben habe. Der gegrabene Brunnen, dessen Wasser übrigens nicht zum Trinken und Kochen benützt werden kann, zeigte im Februar und März dieses Jahres einen ungewöhnlich hohen Stand, und ist seit jener Zeit um 5 Fuss 2 Zoll gesunken. Gegenwärtig stand das Wasser 10 Fuss unter der Oberfläche des Hofes.

Alles das deutet in selbstverständlicher Weise darauf hin, dass in diesem Jahr nicht nur die ersten drei Bedingungen einer Cholera-Epidemie, sondern auch die vierte in Altenburg gegeben war. Unzweideutiger aber als alles liefert eine Thatsache den Beweis, dass der Grund Altenburgs heuer eine ganz abnorme Durchfeuchtung erlitten haben müsse. Im April nämlich trat eine so bedeutende Ueberschwemmung einiger Stadttheile ein, dass die Inundationslinie eine Höhe erreichte, welche seit Ende des vorigen Jahrhunderts (1784) nicht mehr erreicht worden ist.

Diese in Altenburg jedermann auffällig gewordene Thatsache nöthigt natürlich zu der Frage: wodurch das abnorme Ereigniss bedingt gewesen sei, während doch in fast allen übrigen Theilen Deutschlands in diesem Jahr nur das Gegentheil beobachtet wurde, namentlich in München, wo es um so sicherer angegeben werden kann, als hier das Grundwasser in seinen Bewegungen seit neun Jahren regelmässig beobachtet wird. Aus den hiesigen Beobachtungen ergibt sich zur Evidenz, dass wir schon Ende December 1864 einen verhältnissmässig sehr niedrigen Stand des Grundwassers hatten, der sich mit Umgehung der bisher regelmässig eingetretenen Frühjahr- und Sommerschwankung bis gegen Ende Juli nahezu gleich erhielt, und erst von da an sank.[1]) Das Sinken dauert noch

1) Vergleiche Bd. I, S. 375.

gegenwärtig fort, und wir sind nur noch 2 Zoll vom tiefsten Stand entfernt, der je beobachtet wurde und sich im März 1858 zeigte. Wenn nicht ungewöhnliche atmosphärische Ereignisse eintreten, so haben wir in diesem Winter für München den tiefsten Stand des Grundwassers zu gewärtigen, der das Versiegen vieler Brunnen zur Folge haben wird, welche nicht die gehörige Tiefe haben.

Jedenfalls hat sich im laufenden Jahr die Durchfeuchtung der porösen Schichte und der darauffolgende Wechsel in ihrem Wassergehalt in Altenburg und München umgekehrt verhalten. Warum dies der Fall war, beruht auf einem Naturereigniss, welches am heftigsten den Abhang des Erzgebirges zwischen Mulde, Pleisse und Elster getroffen hat. Am 28. März d. J. hatten wir bekanntlich einen weit verbreiteten Schneefall, der aber gerade am Erzgebirge eine Höhe erreichte, deren sich die ältesten Leute nicht erinnern. In den Strassen von Werdau lag der in einer Nacht gefallene Schnee 4 Fuss hoch. Ueber die Gegend, soweit sie von der Cholera berührt wurde, ging also zu einer verhältnissmässig späten Jahreszeit, nachdem bereits zweimal Thauwetter vorangegangen war, ein Schneewolkenbruch nieder. Der Schneefall war so bedeutend, dass er bekanntlich momentan allen Verkehr störte; weder die Eisenbahnen, noch die Landstrassen, waren in dortiger Gegend am 29. März fahrbar. Ich werde in einem folgenden Abschnitt über Werdau nähere Aufschlüsse hierüber mittheilen, welche ich durch die gütige Vermittlung des Medicinalraths Dr. Günther in Zwickau von den meteorologischen Stationen Sachsens erhalten habe.

Merkwürdig übereinstimmend hiemit ist das Ergebniss einer Untersuchung, welche Medicinalrath Dr. Geinitz nachträglich über die kleine Epidemie Altenburgs im Jahr 1849 angestellt und in der Altenburger Zeitung vom 9. December 1865 veröffentlicht hat. Der erste Todte war damals ein Husar von der vierten Schwadron des zwölften preussischen Husarenregiments: er starb am 11. Juni 1849. Bis zum 18. Juni ereigneten sich noch vier Todesfälle im preussischen Militair. Am Todestag des zuletzt verstorbenen preussischen Soldaten, am 18. Juni, kam der erste Cholerafall in der Stadt vor, und zwar auf der Neuen Sorge. Diesem folgten bis zum 17. Aug. in verschiedenen Theilen der Stadt noch neunzehn Fälle, von denen

neun tödtlich endeten. Bei einem Vergleich der damals heimgesuchten Oertlichkeiten mit denen der heurigen Epidemie ergibt sich, dass die damals heimgesuchten auch diesmal nicht verschont waren, dass diesmal nur die Ausdehnung eine viel grössere war. „Auch damals ging der Cholera, wie bei der diessjährigen Epidemie, ein bedeutender und später Schneefall mit darauffolgender Ueberschwemmung voraus, der auch, wie in diesem Jahr, ungewöhnlich heisse Tage folgten.“ Es heisst im Altenburger Hauskalender auf das Jahr 1850 über die Witterung des Jahres 1849: „Am 21. April heftiger Wind, Regen und Schnee. Am 22. früh noch einmal das Schneegewand; es schneite und regnete den ganzen Tag bei heftigem Wind fort. Grosses Wasser in Bächen und Flüssen; dabei blühen die Aprikosen.“ Um was dieses ungewöhnliche Naturereigniss im Jahre 1849 wahrscheinlich schwächer als im Jahre 1865 gewesen ist, um das hatte sich wahrscheinlich auch die locale Disposition nur schwächer entwickeln können.

In Altenburg habe ich noch mehrere Beobachtungen gemacht, die von Wichtigkeit für die Aetiologie der Cholera sind, und mir das grösste Interesse darboten. Im Vergleich mit andern Orten (z. B. mit Halle oder München) zeigte Altenburg auch an den ergriffenen Stellen durchschnittlich noch einen verhältnissmässig geringen Grad von localer Disposition. Deshalb lässt sich dort auch die Verschleppung so deutlich verfolgen, weil zur Verbreitung der Krankheit nicht ein schnell vorübergehender Verkehr mit einem inficirten Haus genügte, sondern ein längerer Aufenthalt, ein innigerer Zusammenhang erforderlich war, welcher sich dann fast in allen Fällen auch auffinden liess. Es muss als ein unglücklicher Zufall angesehen werden, dass Frau E. aus Odessa mit ihrem Kind gerade in der Kunstgasse in einem zeitlich eben disponirten Haus abgestiegen war. An einer nicht, oder viel weniger, disponirten Stelle von Altenburg hätten die beiden verhängnissvollen Gäste nicht die geringste Gefahr gebracht. Dass dies nicht eine blosse Muthmassung, sondern eine unzweifelhafte Thatsache ist, geht aus folgendem hervor: Nachdem Frau E. in der Kunstgasse am 29. August gestorben war, nahm eine Schwester des Verstorbenen das noch immer an Diarrhöe leidende Kind der Frau E., welches so gut wie

seine Mutter als Träger des Infectionsstoffs angesehen werden muss, zu sich. Diese Schwester wohnte in einem Haus auf der obern Seite des Marktes. Das Kind starb daselbst am 31. August an Entkräftung. In diesem Haus und seiner Umgebung kamen keine weitern Erkrankungsfälle vor. Wenn Frau E. aus Odessa mit ihrem Kind gleich auf dem Markt in diesem Haus abgestiegen wäre, so hätte sich die Cholera bei ihr wahrscheinlich gar nicht entwickelt, jedenfalls hätte in diesem Haus keine weitere Verbreitung stattgefunden. Auch im Jahre 1849 kam auf dem Markt ein solcher Fall vor, der ganz vereinzelt geblieben ist.

Ein sehr lehrreiches Beispiel vom Einfluss der mangelnden örtlichen Disposition ergab sich in dem Dorfe Windischleuba. Eine alte Frau aus diesem Dorf holte am 1. October in Altenburg Haus No. 1181 ihr Enkelkind, um es vor der Cholera zu retten, welche schon mehrere Einwohner dieses Hauses ergriffen und dahingerafft hatte. Sie brachte ihren Liebling ins Dorf. Dort erkrankte das Kind am 3. October an der Cholera, wodurch das ganze Dorf in Schrecken gerieth, und die Frau war genöthigt das kranke Kind nach Altenburg Haus No. 1181 zurückzutragen. Sie kehrte noch an demselben Tag, am 3. October, nach Windischleuba zurück, erkrankte und starb am 6. October an der Cholera. Im Hause der Verstorbenen und im Dorf überhaupt blieb es bei diesem einzigen Fall. Derartige schlagende Fälle haben sich in Altenburg und Umgegend noch mehrere ereignet.

Höchst interessant war mir ein Fall aus der Kategorie, welche Snow als Infectionen durch Trinkwasser betrachtet. Der Fall sieht auf den ersten Anblick so schlagend aus, wie eines der Beispiele dieses Forschers von dem durch ihn berühmt gewordenen Brunnen in Broad-Street in London. Am Abhange des Hügels, auf dem das heil. Geistspital steht, liegt gegen die Zeitzer-Strasse und den deutschen Bach zu ein städtisches Versorgungshaus, das sogenannte Wiesenschlösschen, worin Personen und Familien untergebracht sind, welche der Gemeinde zur Last fallen. Es ist eine Art Armenhaus. Die Bewohner haben ungehinderten Verkehr mit der Stadt und waren bis zum 23. November frei von Cholera geblieben. Nun trat sie aber, nachdem sonst in der Stadt kein Fall mehr vorge-

kommen und das Choleraspital bereits geschlossen worden war, mit fulminanter Heftigkeit in diesem Haus auf. Wenn man die Lage des Hauses und seine Bewohner kennt, kann man sich nur darüber wundern, dass die Krankheit erst so spät ausgebrochen ist. Am 27. November erkrankten in dem noch etwas tiefer gelegenen Haus No. 604ᵇ an der Zeitzer-Strasse, dessen ich schon erwähnt habe, 5 Personen an der Cholera, von denen bis zum nächsten Tag 4 starben. Die Einwohner von No. 604ᵇ haben angegeben, und sind von der Richtigkeit ihrer Angabe vollständig überzeugt, dass sie sich die Krankheit vom Trinkwasser des Versorgungshauses geholt haben. Ihre Ansicht findet darin Bestätigung, dass in ganz Altenburg die Cholera nirgendsmehr war als im Versorgungshaus, und dass sie mit diesem und ihren Bewohnern keinen andern Verkehr hatten als dass sie dort ihr Wasser zum Trinken und Kochen holten. Der Brunnen liefert stets frisches und reichliches Wasser, wird von einer Quelle gespeist, die nur $4^1/_2$ Fuss unter der Oberfläche des Bodens liegt, und tiefer unten ausfliesst. Er steht vom Haus abwärts, frei von jeder Umzäunung. In der Nähe bemerkt man noch mehrere kleine Quellen und feuchte Stellen, Ausflüsse eines hier zu Tage kommenden Grundwassers. Der Brunnen selbst hat eine solide Steinfassung, in der ein Brunnenrohr mit Pumpe steht. Ein Liter dieses Wassers hinterlässt nur 345 Milligramm weissen Rückstand, wovon 145 kohlensaurer Kalk und Bittererde sind. Ich habe das Wasser jetzt seit Monaten in Flaschen, ohne dass es eine Veränderung zeigte. War nun von dem etwas höher stehenden Versorgungshaus Infectionsstoff in diesen Brunnen gelangt? Die Möglichkeit kann nicht in Abrede gestellt werden. Hr. Geh. Medicinalrath Dr. Göpel machte mich aber auf eine Thatsache aufmerksam, welche der Anwendung der Snow'schen Anschauungsweise auf die Entstehung der Cholera im Hause No. 604ᵇ geradezu widerspricht. In gleicher Entfernung vom Wiesenschlösschen, wie No. 604ᵇ abwärts liegt, liegt eine Maierei aufwärts. Diese Maierei ist von etwa 30 Personen bewohnt, welche gleichfalls ihr Trink- und Kochwasser am Brunnen des Versorgungshauses holen. Unter den Bewohnern der Maierei hat sich bis jetzt nicht die Spur einer choleraähnlichen Krankheit gezeigt. Man kann nicht annehmen, dass das Wasser, welches in

No. 604[b] unter 12 Personen 6 mit Cholera inficirt hätte, den 30 Bewohnern der Maierei ganz unschädlich gewesen sein sollte.

Ganz besondere Beachtung verdient das Choleraspital in Altenburg. Neben dem allgemeinen Krankenhaus ist vor mehreren Jahren, nach dem Plan des Herrn Geh. Medicinalraths Dr. Göpel, ein Gebäude errichtet worden, bestehend aus Erdgeschoss und zwei Stockwerken, welches in ebenso einfacher als zweckmässiger Weise zur Aufnahme von siechen Pfleglingen, als „Siechenhaus" dient. Als die Cholera in Altenburg ausbrach, wurden die Pfleglinge (zusammen beiläufig 80 Männer und Weiber) auf den ersten und zweiten Stock beschränkt, und das Erdgeschoss als Choleraspital benützt. Seit dem Ausbruch der Epidemie sind darin mehr als 50 der schwersten Cholerafälle aus Altenburg und Rasephas eingebracht und behandelt worden; mehr als die Hälfte davon ist daselbst gestorben. Es kann somit nicht dem mindesten Zweifel unterliegen, dass in das Erdgeschoss dieses Hauses der Keim der Krankkeit reichlich eingeschleppt worden ist. Ebensowenig wird man bestreiten können, dass die Bevölkerung des ersten und zweiten Stocks, gemäss der übereinstimmenden Erfahrung aller Orten, als eine im höchsten Grad zur Cholera persönlich disponirte angesehen werden muss. Ohne Uebertreibung kann man das Gleichniss brauchen, dass so ein Siechenpersonal über einem Choleraspital wie eine Anhäufung von Pulver über einer sprühenden Esse aussieht. Trotzdem nun, dass die Cholera im Erdgeschoss fortwährend neue Opfer empfing und die Mehrzahl nur nach dem Tode wieder entliess, zeigte sich die Krankheit unter den zahlreichen Pfleglingen des ersten und zweiten Stocks, sowie unter dem Wart- und Verwaltungspersonal in keinem einzigen Fall, nicht einmal eine verdächtige Diarrhöe kam zur Beobachtung. Eine solche Immunität eines solchen Hauses, in welches mehr als zwei Monate lang fast täglich neue Cholerakranke eingebracht werden, setzt eine mächtig wirkende Gegenursache voraus, welche die Verbreitung der Krankheit im Hause zu hindern im Stande war. Ich kenne nur zwei Ursachen, die dieses möglich erscheinen lassen, entweder die Wirkung einer vollständigen Desinfection aller Entleerungen der Cholerakranken, oder eine vollständige locale Nichtdisposition. Ein Mangel

an individueller Disposition kann unter solchen Umständen, unter einer so grossen Zahl schwächlicher, theilweise kachektischer Individuen nicht angenommen werden; denn das hiesse aller Erfahrung geradezu widersprechen. Insofern wir annehmen müssen, dass der Cholerakeim sich auch der Luft eines Hauses noch in wirksamer Weise mittheilt, kann auch die Absperrung und Trennung durch verschiedene Stockwerke nicht Ursache gewesen sein, denn die Luft im Erdgeschoss eines Hauses theilt sich stets mit geringer Verdünnung auch dem obern Stockwerk mit. Man riecht z. B. im ersten Stockwerk regelmässig, wenn im Erdgeschoss Kaffee gebrannt wird. Riechende Substanzen, die sich im Keller befinden, nimmt man nicht selten noch in der Luft des dritten Stockwerks wahr. Dann kann die Abschliessung des persönlichen Verkehrs nie eine ganz vollständige sein, weil der Verkehr zwischen Wärtern, Verwalter und Arzt unter allen Umständen stattfindet.

Die Desinfection im Choleraspital zu Altenburg ist allerdings vom Anfang an eine sehr umfassende und strenge gewesen. Alle Entleerungen wurden mit Eisenvitriol, alle Wäsche mit Chlorkalklösung behandelt, der Luft fortwährend Essigdämpfe mitgetheilt. Excremente und Erbrochenes wurden vom Anfang an sofort in Gefässe aufgenommen, welche bereits das Desinfectionsmittel enthielten. Man liess keine unreine Wäsche alt werden, legte sie sofort in Chlorkalklösung und dann in einen ausser dem Hause befindlichen verschliessbaren Trog mit laufendem Wasser, und behandelte sie erst darnach auf gewöhnliche Weise. Sogar das Stroh aus den Strohsäcken wurde erst mit Eisenvitriol begossen in die ausser dem Hause befindlichen Gruben geworfen.

Es wäre eine Thatsache, deren Werth mit Gold sich nicht aufwiegen liesse, wenn, mit Ausschluss jedes gegründeten Zweifels, als bewiesen angesehen werden könnte, dass die Cholera im Siechenhaus zu Altenburg durch die dort angewandte Methode der Desinfection so vollständig niedergehalten worden wäre. Ich würde persönlich eine um so grössere Genugthuung empfinden, als die Methode wesentlich die nämliche ist, welche ich schon vor meiner Abreise nach Sachsen in München empfohlen hatte. Ich kann dies aber ohne weitere Erfahrungen noch nicht annehmen. Was mich noch

zaudern lässt, das Resultat der Desinfection in Siechenhaus zu Altenburg als ganz entscheidend zu betrachten, ist der Umstand, dass die ganze bewohnte Umgebung des Siechenhauses ohne solche systematische Desinfection gleichfalls frei von Cholera geblieben ist, z. B. das Krankenhaus, das Militärspital, mehrere Casernen. Die Partie gehört zu den tiefstliegenden und wasserreichsten von Altenburg, der Grund des Siechenhauses musste sogar betonirt werden. Die Lage ist ähnlich wie die des grösseren immunen Theiles des Dorfes Rasephas und von Nobitz und Windischleuba, worauf wir noch zu sprechen kommen.

Die Krankheit wurde in mehreren Dörfern der nächsten Umgebung Altenburgs eingeschleppt, sie entwickelte sich aber nur in einem scharf abgegränzten kleinen Theil des Dorfes Rasephas epidemisch, aber da mit voller Heftigkeit. Durch dieses Dorf zieht der Altenburger Stadtbach, der nicht nur einen grossen Theil des Unraths der Strassen und Höfe, sondern auch die Abwasser der Gasfabrik aufnimmt. Der Stadtbach vereinigt sich, bevor er Rasephas erreicht, mit einem andern kleinen Bach, und geht später in die Pleisse. Wie man mir sagte, leben in ihm schon seit geraumer Zeit keine Fische mehr, und sogar Enten sollen sterben, wenn sie zu viel Wasser aus diesem Bach schlucken. Herr Bezirksarzt Dr. Geutebrück hatte die Güte mit mir eine Tagestour durch alle von der Cholera berührten Dörfer in der Umgebung Altenburgs zu machen. Rasephas liegt ganz nahe der Stadt, an der Hof-Leipziger Eisenbahn. Wo die Strasse von Altenburg nach Rasephas die Bahn überschreitet, liegt eine Gruppe von zehn Häusern, welche sehr heftig ergriffen wurde, so dass zwei Häuser vollständig ausgestorben sind. Der Kreis, welcher die so heftig ergriffenen Häuser einschliesst, hat einen Durchmesser von kaum 400 Fuss. Dieser kleine Theil des Dorfes liegt auf einer lehmig-sandigen Abdachung von der Eisenbahn gegen den Stadtbach hin, während der übrige grössere Theil, welcher ganz frei geblieben ist, in der weiten Thalmulde zu beiden Seiten des Stadtbachs auf Lehm liegt. In dreien der ergriffenen Häuser bestimmte ich die Entfernung des Grundwassers von der Oberfläche und fand sie 14 Fuss 7 Zoll, 15 Fuss 8 Zoll und 14 Fuss 5 Zoll. Der Untergrund ist sandig, ähnlich wie in der Neuen Sorge. Unter dem Lehm, auf welchem der freigebliebene

Theil des Ortes liegt, findet sich bereits in einer Tiefe von 12 Fuss Grundwasser. Dieser Theil des Dorfs hat den nämlichen Grund wie das Krankenhaus und die Casernen in Altenburg, welchen Rasephas sehr nahe liegt. Zur Erklärung des heftigen Auftretens der Krankheit in dem einen etwas höher gelegenen Theil von Rasephas hat man auf die Nähe des Stadtbaches hingewiesen, der sich aber bei seinem weitern Verlauf durch das Dorf ganz unschädlich erwiesen hat. Ich vermag im Verlauf der Epidemie in Rasephas nur einfach eine Wiederholung der bereits in Altenburg hervorgetretenen Erscheinung zu erblicken, wo die viel höher auf Sand gelegene Neue Sorge heftig ergriffen war, während die viel tiefer auf Lehm liegenden Casernen und das Krankenhaus frei geblieben sind. Die von verschleppten Fällen berührten Dörfer Knau, Nobitz, Windischleuba und Borgishain liegen ähnlich wie der frei gebliebene Theil von Rasephas. Sie liegen sämmtlich in sehr flachen Thalmulden, ohne von Steilrändern begränzt zu sein. Ich kann nicht sagen, dass der Lehmgrund für sich eine Immunität gegen Cholera bedinge, aber ich habe schon in mehreren Fällen gesehen (z. B. in einem Theil von Haidhausen), dass er bei einer gewissen Mächtigkeit und Dichtigkeit die sonstigen Wirkungen der Bewegungen des Grundwassers in der darunter liegenden Sand- oder Geröllschichte nicht hervortreten lässt, sei es nun durch einen dichteren Schluss der porösen Schicht, oder dadurch, dass die Imprägnirung des Bodens von oben nach unten nicht weit genug zu dringen vermag. Es ist auch der Fall denkbar, dass zur Zeit der Einschleppung die Zeit der Empfänglichkeit auf diesem Lehmboden schon wieder vorüber war, wie es z. B. im Jahre 1854 ganz unverkennbar im Würmthal bei München der Fall war. Den Forschungen auf diesem völlig neuen Gebiet werden überhaupt noch viele Fragen zu lösen übrig bleiben. Aus den im Anhange folgenden Mittheilungen des Herrn Geh. Med.-Raths Dr. Göpel wird man ersehen, dass die Bodenverhältnisse des fraglichen Platzes wirklich sehr complicirter Art sind.

Bei der verhältnissmässig immerhin nur geringen örtlichen Disposition Altenburgs ist dort ein Faktor sehr deutlich herausgetreten, welcher sich bei einer grösseren Entwicklung dieser Disposition, wie wir sie z. B. 1854 in München und andern Städten Bayerns

unläugbar beobachteten, viel weniger bemerkbar machen konnte; das ist der Einfluss der individuellen Disposition. In Altenburg beschränken sich die Todesfälle, mit einer einzigen Ausnahme, auf die wenig bemittelten und auf die untersten Klassen. Ich habe mich um die dort bestehenden Unterschiede in Wohnung, Kleidung, Nahrung und Beschäftigung erkundigt, und einen wesentlichen Unterschied nur bezüglich der Nahrung in Erfahrung bringen können. In Altenburg lebt die untere und ein guter Theil der mittleren Klasse fast lediglich von Brod und Vegetabilien, trinkt Kaffee und Bier; erst in den besseren Klassen wird der Fleischgenuss ein regelmässiger, und darin scheint mir der wesentliche Grund des Unterschiedes in der individuellen Disposition nach Ständen zu liegen. Bekanntlich ist die Epedimie schon in manchem Ort in einer Weise verlaufen, dass man sagen konnte: die Cholera sei eine Krankheit der Armen, Unbemittelten und Schwachen. Wenn sie an Orten mit stark entwickelter lokaler Disposition auch nicht mit solcher Distinktion auswählte, sondern manchmal selbst Fürsten und Millionäre mitnahm, so zeigten auch da noch überall gewisse Klassen der Bevölkerung eine grössere oder geringere Disposition, an Cholera tödtlich zu erkranken.

Wohlhabenheit und Armuth bedingen überall gewisse Unterschiede, aber das Vermögen ist nicht das wesentliche Unterscheidungsmerkmal, man sieht einen auffallenden Unterschied auch zwischen verschiedenen Lebensaltern und verschiedenen Lebensweisen. Ueberall werden Junge von der Geburt bis zum 5. oder 6. Lebensjahr, sowie Alte von 60 Jahren und darüber, häufiger ergriffen und hingerafft als andere Lebensalter. Ebenso verhalten sich schlecht genährte oder übermässig angestrengte Personen, dann Säufer, Sieche und Kranke u. s. w. Da drängt sich die Frage auf: ob denn diesen vielfachen und verschiedenen Zuständen, welche die individuelle Disposition augenscheinlich erhöhen, nicht etwas gemeinsames zu Grund liege, ob dafür nicht eine allgemeine materielle Grundlage aufgefunden werden könne?

Satz 51 der Schlussfolgerungen, welche die Commission für naturwissenschaftliche Untersuchungen über die indische Cholera nach der Epidemie des Jahres 1854 in Bayern[1]) aufstellte, heisst:

1) Amtlicher Hauptbericht über die Cholera-Epidemie in Bayern im Jahre 1854. München, 1856. Literarisch-artistische Anstalt der J. G. Cotta'schen Buchhandlung.

„Die einzige wesentliche Erscheinung des pathologischen Processes, welcher durch die Einwirkung des Choleracontagiums entsteht, ist die Durchschwitzung in dem Darmcanal.“ Es kommt hienach zunächst in Betracht, was eine solche Durchschwitzung begünstigen kann. Professor Buhl hat in seinen Untersuchungen auf vorübergehende Körperzustände hingewiesen, welche eine Hyperämie des Darmrohres, z. B. während der Verdauung und während des Schlafs mit sich bringen, und dadurch den Ausbruch der Krankkeit zu dieser Zeit begünstigen. Niemand wird die Wahrheit und Wichtigkeit dieses Gedankens verkennen; dieser vorübergehende Zustand ist aber allen gemeinsam und erklärt desshalb noch nicht, warum die verdauenden und schlafenden Armen mehr als die im gleichen Zustand befindlichen Reichen ergriffen werden. Gewöhnlich behilft man sich zur Erklärung mit einem allgemeinen Ausdruck, man nimmt eine grössere oder geringere Widerstandsfähigkeit der einzelnen Individuen an. Worin aber dieser Widerstand seinen Grund habe, ist damit noch nicht gesagt.

Es gibt wirklich einen Körperzustand, den alle vorzugsweise disponirten Alters- und Standesclassen mit einander gemein haben, das ist der absolute und relative Wassergehalt des Körpers und seiner Organe. Dieser verändert sich sowohl nach den Altersclassen, als auch nach Lebens- und Beschäftigungsweise und nach dem Gesundheitszustand. Wir wissen aus den Gewichts- und Trockenbestimmungen von Ernst Bischoff[1]), dass alle Körpertheile eines Neugebornen beträchtlich wasserhaltiger als bei Erwachsenen sind. Die Muskelsubstanz von einem Neugebornen zeigte 82, von einem 33jährigen kräftigen Mann, der hingerichtet wurde, 75, also eine Differenz von 7 Procent Wasser. Eine Ente, eben ausgeschlüpft, hatte nach Schlossberger[2]) in ihren Muskeln 85 Procent Wasser, während eine ausgewachsene Wildente 72 zeigte, woraus sich eine Differenz von mehr als 10 Procent ergibt.

Johannes Ranke[3]) ist in seinen Untersuchungen über den Tetanus, über die Folgen andauernder und heftiger Muskelanstreng-

1) Zeitschrift f. rat. Med., 3. R., Bd. 20, S. 75.
2) Thierchemie 1856, S. 169.
3) Tetanus, Leipzig 1864.

ung, zu lehrreichen allgemeinen Sätzen gekommen. „Der Tetanus ist stets mit einem nicht unbedeutenden procentischen Verlust an festen Stoffen des Muskelgewebes verbunden, welche auf einer Zunahme desselben an Wasser beruht.“ Ferner: „Bei anhaltender Ernährungsstörung sehen wir die Abnahme an festen Stoffen im Muskel Hand in Hand gehen mit einer wenigstens ebenso starken Abnahme an festen Stoffen in Gehirn und Rückenmark.“ Nicht nur bei Thieren, auch beim Menschen trifft die Zeit des geringsten Wassergehalts des Muskels mit der Zeit seiner grössten Leistungsfähigkeit zusammen, welche sich von der Menge der im Muskel vorhandenen nicht flüchtigen Stoffe abhängig zeigt. Da dieses Gesetz auf den ersten Blick nicht von der Erfahrung bestätigt zu werden scheint, insoweit die Thiere und der Mensch im höheren Alter eine zähere Fleischfaser zeigen, die mehr feste Bestandtheile zu enthalten scheint, hat Johannes Ranke an den verschiedenen Geweben alter Individuen Wasserbestimmungen vorgenommen. Er fand in der Muskelsubstanz einer an Marasmus (Altersschwäche) gestorbenen 73jährigen Frau 81, eines an derselben Krankheit gestorbenen 64jährigen Mannes 85 Procent Wasser, mithin 10 Procent mehr als man im gesunden Mannesalter findet. Man sieht wie irrig die Vorstellung ist, welche das gewöhnliche Aussehen des Alters mit einem Austrocknen oder mit einem Mangel an Flüssigem in Zusammenhang zu bringen strebt.

Bischoff und Voit[1]) haben in ihren Untersuchungen über den Stoffwechsel zuerst nachgewiesen, dass ein grösseres Thier, ein 70 Pfund schwerer Fanghund, bei einer gewissen Nahrung während einer längeren Fütterungsperiode oft eine beträchtliche Menge von seiner Körpersubstanz verlieren kann, ohne wesentlich an Gewicht abzunehmen. Der Verlust wird durch Ansatz von blossem Wasser ausgeglichen, alle Organe des Körpers werden wasserhaltiger. Dieser Hund wurde 41 Tage lang ausschliesslich mit Brod ernährt, er erhielt so viel davon als er fressen wollte. Er verlor während dieser Zeit über 1 Pfund Stickstoff mehr als in seiner Nahrung enthalten war, was dem Stickstoffgehalt von $7\frac{1}{2}$ Pfund Fleisch oder einem

1) Gesetze der Ernährung des Fleischfressers, Leipzig 1860.

Aequivalent Eiweiss entspricht, die er von seinem Körper hergegeben haben musste. Trotzdem verlor er in dieser Zeit nur 1 Pfd. an Gewicht, sein Körper war also um 6 Pfd. wässeriger geworden. Dass dies wirklich der Fall gewesen sei, bestätigte die Gegenprobe, welche unmittelbar auf die Brodfütterung folgte. Als das Thier nun mit 3½ Pfund Fleisch täglich gefüttert wurde, „liess es das Wasser so zu sagen in Strömen fahren." Es verlor trotz der reichlichen Fleischnahrung am ersten Tag mehr als ½ Pfund an Gewicht und schied schon allein im Harn ¼ Pfund Wasser mehr aus als in der Nahrung und im Getränke des Tages enthalten war. Hiezu kommt noch die durch Haut und Lungen an die Luft abgegebene Wassermenge, welche nach dem Ergebniss späterer Versuche mit dem Respirationsapparat unter solchen Umständen 1½ Pfund beträgt. So ging es fort, bis sich das Thier allmählich mit der Fleischnahrung wieder in's Gleichgewicht gesetzt hatte. Zuletzt war das Thier wohl nicht wesentlich schwerer als nach der Brodnahrung, aber wesentlich wasserärmer und fleischreicher geworden. Direkte Wasserbestimmungen [1]) an mit Fleisch und Brod gefütterten Katzen bestätigten diese Thatsache.

Alle Thierzüchter kennen den Einfluss eines grösseren Eiweissgehaltes der Nahrung auf den Fleisch- und Fettgehalt und auf die Leistungsfähigkeit der Thiere. Ein Pferd, hinreichend mit Gras oder Heu gefüttert, kann rund und wohlgenährt aussehen, seine Muskeln haben aber keine grosse Leistungsfähigkeit. Füttert man es mit mehr Haber und weniger Heu, so verliert es an Gewicht (an Wasser), nimmt aber an Leistungsfähigkeit zu.

Dass überarbeitete oder übertriebene Thier mehr Wasser in ihren Organen haben als ausgeruhte gemästete, weiss jeder Landwirth und Metzger. Wissenschaftliche Untersuchungen von Lawes und Gilbert [2]) und andern haben dies bereits mehrfach konstatirt. Ein sehr interessanter Beleg hiezu hat sich in neuester Zeit wieder auf einem ganz anderen Weg ergeben. Die Bereitung des Liebig'schen Fleischextrakts wurde bekanntlich von Herrn Giebert mit grossem Erfolg nach Südamerika verpflanzt, wo die Rinder bisher nur der

1) a. a. O. S. 214.
2) Philos. Transact. 1859, Part. II, p. 493.

Haut und des Unschlitts wegen geschlachtet worden sind. Mit einer solchen Schlächterei (saladero) in Uruguay ist seit $1^1/_2$ Jahren eine Fleischextraktfabrik verbunden. Herr Giebert machte bald die Erfahrung, dass es nicht ökonomisch ist die Thiere gleich zu schlachten, wenn sie oft nach tagelangen Märschen beim Saladero anlangen, sondern dass es vortheilhafter ist, dieselben in der Nähe noch eine oder zwei Wochen auf eigens dafür bestimmten, in gutem Stand befindlichen Wiesen weiden zu lassen. Die Ausgabe macht sich durch eine grössere Ausbeute an Fleischextrakt reichlich bezahlt, welches dadurch an Qualität nicht nur nicht verliert, sondern sogar noch etwas gewinnt.

Wenn die Durchschwitzung von Wasser aus allen Organen in den Darmkanal die einzige wesentliche Erscheinung des Choleraprozesses ist, so liegt in der That der Gedanke sehr nahe: dass ein grösserer Wassergehalt des Körpers und seiner Organe die Widerstandskraft derselben gegen dahin wirkende äussere Einflüsse verringern, und dadurch einen wesentlichen Einfluss auf das Zustandekommen dieser wesentlichsten Erscheinung der Cholera ausüben könnte. Ist dies der Fall, so wird alles von Wichtigkeit was auf den Wassergehalt Einfluss hat. Dass wir durch Diät und Beschäftigung auf den Wassergehalt des Körpers und seiner Organe innerhalb gewisser Gränzen Einfluss zu üben vermögen, unterliegt nach den oben angeführten Thatsachen keinem Zweifel mehr, und in diesem Fall gehört die beste Regelung von Diät und Arbeit zu den wichtigsten hygienischen Aufgaben. Sie kann nur durch genaue Stoffwechselversuche an verschiedenen Individuen und unter verschiedenen Umständen gelöst werden. Da der Mensch seiner Natur nach auf verschiedene Kost und Beschäftigung angewiesen ist, so wird Jedermann einsehen, dass hier ein Feld der Erkenntniss vor uns liegt, dessen Bebauung viel Mühe, Zeit und Kosten in Anspruch nimmt, dessen Früchte aber lohnend sein werden.

So verliess ich Altenburg, vielfach belehrt durch die zahlreichen und interessanten Mittheilungen des Herrn Geh. Medicinalraths Dr. Göpel, des Hrn. Medicinalraths Dr. Geinitz, der HH. Bezirksärzte Dr. Thurm und Dr. Geutebrück, sowie des Hrn. Dr. Rothe, um mich über Crimitschau nach Werdau zu begeben.

Mittheilungen aus den Akten und aus Aufzeichnungen des Hrn. Geheimen Medicinalraths Dr. Göpel über die Cholera-Epidemie in Altenburg.

1) Ueber Boden und bauliche Zustände des Krankenhauses und des Landessiechenhauses in Altenburg.

Das Krankenhaus in Altenburg ist 1796 gebaut worden. Es liegt auf dem tiefsten Punkte der Stadt an der nach Westen offenen Seite einer Mulde, die an drei Seiten von Hügeln gebildet wird, von denen alles Wasser sich ober- und unterirdisch hinzieht. Im Hofe findet sich ein hölzernes Wasserreservoir, in welches $3^1/_2$ Ellen über der Oberfläche das aus einer Quelle auf dem Exercierplatz kommende Wasser läuft. Diese Quelle kommt aus Sand, wie die Quellen in Starke's Vorwerk, auf der Neuen Sorge, wo Sie den Brunnen gemessen haben.

Im Krankenhause selbst, im Kellergeschosse, befindet sich ein Pumpbrunnen. Dieser dient blos dazu, die Kellerräume des Hauses wasserfrei zu halten und um dies zu erreichen, muss in gewöhnlichen Jahren vom November bis Mai täglich gepumpt werden. Das Pflaster des Kellers liegt 5 Ellen unter der Oberfläche des Hofes. Vom Kellerpflaster an gerechnet ist der Brunnen 3 Ellen 18 Zoll tief. Wird nicht gepumpt, so tritt das Wasser höchstens 12 Zoll über das Pflaster. Dies war im Dezember 1862 der Fall. Am 1. Dezember 1865 war der Wasserstand 1 Elle 6 Zoll, am 13. Dezember 1865 18 Zoll. Gepumpt ist nicht worden. Also Fallen des Grundwassers seit Dezember 1862 3 Ellen 12 Zoll. Heftige Gewitter und schnelles Thauwetter wirken auf den Stand fast gar nicht ein.

Das in der Mulde zusammenfliessende Wasser lauft in den Stadtbach, der ungefähr 180 Ellen vor dem Hause vorbeifliesst, ab, es hat bis dahin nur ein geringes Gefälle, sowie der Stadtbach selbst, der die Grenze der Mulde bildet. Zwischen ihm und dem Hause liegt ein $2^1/_2$ Ellen hoher Damm, auf welchem die Chaussee sich hinzieht. Die Oberfläche des Parterre des Hauses und des Chausseedammes liegen in gleichem Niveau.

Bei grossem Wasser tritt der Stadtbach über seine Ufer und überschwemmt die anliegenden Wiesen. Dann kann auch das Wasser aus der Mulde nicht abfliessen und der Garten hinter der Garnisonskirche steht ganz, der jetzige Garten des Landessiechenhauses und der Weg zwischen Garnisonskirche und dem Krankenhaus stehen zum Theil unter Wasser.

Im Hofe des Krankenhauses links ist ein Brunnen, welcher gutes Wasser liefert. Derselbe ist 15 Ellen 6 Zoll tief. Er kommt 8 Ellen tief aus Porphyrfelsen. Höchster Wasserstand 11 Ellen; am 1. Dezember 1865 Wasserstand 9 Ellen, am 13. Dezember 1865 Wasserstand 8 Ellen.

Bis Mitte des Jahres 1862 gehörte zum Krankenhause ein hinter ihm liegender, ein Dreieck bildender Garten, welcher durch ein sehr kleines Bächelchen begrenzt wurde. Die neben ihm liegende, jetzt den Garten des Landessiechenhauses bildende Wiese lag um eine Elle tiefer als der Rand des Bächelchens. Dasselbe führt gewöhnlich von Mai bis November kein Wasser. Die Wiese war regelmässig in jedem Frühjahr überschwemmt.

Vom Jahre 1861 an betrieb ich die Errichtung eines Landessiechenhauses als ein Bedürfniss des Herzogthums. Aus Nützlichkeitsgründen schlug ich der Staats-

regierung die Erkaufung der Wiese des Fleischhauers Rothe und die Errichtung eines Gebäudes vor und reichte den Riss, den ich selbst gefertigt hatte, ein.

Das Haus sollte 70 Ellen lang, 16 Ellen tief werden, mit 2 Vorbauten für die Aborte je 6 Ellen und 4³/₄ Ellen in's Quadrat. Es sollte enthalten 27 Zimmer für 66 Sieche und 5 Wärter, ausserdem Küche und Waschhaus für beide Anstalten. 900 Kubikfuss Luftraum durchschnittlich auf die Person in den Zimmern.

Es galt nun ein möglichst salubres Haus auf diesem höchst ungünstigen Platze auszuführen. Ich erbot mich für eine bestimmte Summe die Anstalt nach den genehmigten Rissen und Plänen auf meine pekuniäre Gefahr hin zu errichten. Auch dieses wurde bewilligt.

Ich liess zuerst das Bächelchen auf den tiefsten Punkt der Wiese verlegen, da ein Theil des Hauses gerade in das Rinnsal desselben kommen musste und liess die ganze Wiese durchschnittlich um 1 Elle höher legen, nachdem die Gartenerde ausgegraben worden war. Bei Untersuchung des Baugrundes ergab sich:

1) am nördlichen Giebel fand sich bei 2 Ellen Tiefe eine sandige dichte Masse, dem verwitterten Porphyr ähnlich, und darunter fester Porphyr. Diese Masse zog sich bis zur Hälfte des Gebäudes längs beider Fronten;
2) am südlichen Giebel fand sich bei 3¹/₂ Ellen Tiefe nur Alluvialboden. Der Wasserstand war am 5. März 1863 2 Ellen. Das Wasser wurde ausgepumpt und man fand, dass es vorzüglich von Südosten her eindrang. Bei der nun vorgenommenen Bohrung kam man 9 Ellen von der Sohle der Grube durch blauen Thon und nachher auf dieselbe Masse wie im Norden, auf verwitterten Porphyr. Im Thonlager fanden sich keine Quellen.

Auf dem Thonlager wurde nun eine Pflasterung von Porphyrsteinen vorgenommen, dann wurde eine Betonschicht 3 Ellen breit und 1 Elle 6 Zoll hoch eingerammt. Auf diese Betonschicht wurden am südlichen Giebel zweimal über einander 6 Zoll starke, 3 Ellen lange Sandsteinplatten gelegt, dann folgte die Grundmauer von Porphyr in 3 Schichten 3 Ellen hoch, unterste Schicht 2 Ellen 6 Zoll breit. Dann kommt die Sockelmauer 1 Elle hoch seitlich nach aussen und oben mit harten Ziegeln belegt. Auf dieser Sockelmauer liegt eine Isolirschicht von künstlichem Asphalt, dann beginnen die Umfassungsmauern.

Ich fand also das Grundwasser 1 Elle 12 Zoll unter der Oberfläche am 5. März 1863. Im Februar 1863 liess ich die Wiese jenseits des Grabens, behufs des Aufschüttens ausgraben, es sollte eine Elle tief geschehen, aber bei 15 Zoll kam man schon auf das Wasser, und der zweite Spatenstich konnte nicht ausgeführt werden. Zur Auffüllung in dieser Gegend wurde Braunkohlenasche verwendet. Aus Unachtsamkeit betrat ich bei einer Besichtigung dieses Areal, sank bis in die Knie in Schlamm und musste von zwei Leuten herausgezogen werden.

Damals stand also das Grundwasser 15 Zoll unter der Oberfläche, seitdem ist 1 Elle aufgeschüttet worden, also 1 Elle 15 Zoll.

Nicht weit entfernt vom Punkte meines Versinkens, 37 Ellen in gerader Linie von der südöstlichen Ecke des Giebels des Hauses habe ich Anfangs Dezember 1865 einen Schacht schlagen lassen so tief, bis ich auf Wasser gekommen bin. Derselbe ist mit Barrieren umgeben und mit Brettern gedeckt worden, um den Regen abzuhalten. Im künftigen Sommer soll er wieder verschüttet werden. Bei dem Graben fand sich

	12 Zoll	Gartenland,
	18 Zoll	Sand, Schutt, Asche (eingeschüttet 1863),
5 Ell.	6 Zoll	bester von den Feldern angeschwemmter Alluvialboden,
2 Ell.	6 Zoll	Lehm ohne Sand,
	12 Zoll	Lehm mit Thon und verwittertem Porphyr,
9 Ell.	6 Zoll	ganze Tiefe.

Bei 8 Ellen fing der Boden an feucht zu werden. Am 13. Dezember war der Wasserstand darin 3 Zoll. Sinken des Grundwassers seit Mai 1863 7 Ellen 12 Zoll.

Im Garten des Landes-Siechenhauses habe ich im Mai 1863 an einer zweiten Stelle einen 12 Ellen tiefen Brunnen graben lassen.

	12	Zoll	Gartenerde,
4 Ell.	—	„	Gerölle, Sand, Lehm,
5 „	—	„	verwitterter Porphyr,
2 „	12	„	fester Porphyr,
12 Ell.	—	Zoll.	Wasser sehr gut.

Wasserstand:	Mai 1863	8 Ellen
	1. Dezember 1865	2 Ell. 18 Zoll,
	13. Dezember 1865	2 Ell. 12 Zoll.
Wasserstand gesunken:		5 Ell. 12 Zoll.

Im Juli 1863 nach einem heftigen wolkenbruchartigen Gewitter stand das Wasser um den damals noch nicht erhöhten Graben 2 Ellen höher als am 13. Dezember die trockene Grabensohle lag. Balken 12 Zoll stark, zum Bau bestimmt, die dort lagen, schwammen. Von der Ostgrenze herein hatte das Wasser sich einen Weg in den Garten gebahnt. Am 6. und 7. April 1865 nach dem plötzlichen Thauwetter stand das Wasser 1 Elle 6 Zoll über der Grabensohle. Das Areal oberhalb und unterhalb des Landes-Siechenhauses Gartens war überschwemmt.

Wegen dieser Bodenbeschaffenheit habe ich keine Abtrittsgruben anbringen lassen, um den Grund des Hauses möglichst rein zu erhalten. Die Abtrittsgrube an dem südlichen Giebel des Krankenhauses habe ich ebenfalls verschütten lassen. Die Düngergrube ist entfernt von den bewohnten Gebäuden angelegt. Die Leichenkammer liegt in der Remise.

Krankenhaus und Landes-Siechenhaus, in dem das Choleraspital war, liegt somit in einer Mulde, welche mit Alluvialboden tief ausgefüllt ist.

Grundwasser: 1863 1 Elle 6 Zoll bis $4^1/_2$ Ell. unter dem Boden.
1865 in P. Schacht 7 Ell. 12 Zoll,
unterm Krankenhaus 3 Ell. 12 Zoll gesunken.
Wasserspiegel im Brunnen 5 Ell. 12 Zoll niedriger.

Am 6. und 7. April ungewöhnlich überschwemmt.

Vom 10. September bis 6. Dezember 1865:
64 Cholerakranke eingebracht,
42 Todesfälle,
28 Leichen im Gehöfte aufbewahrt und secirt.
Durchschnittlich 100 Menschen in der Anstalt wohnend.
250 andere Kranke in dieser Zeit zu- und abgegangen.

Kein Mensch an der Cholera erkrankt, aller Verkehr im Hause ungehindert. Auf der Höhe nach Osten am Wege nach Poschwitz eine Guanofabrik und eine Wagenschmierfabrik. Auf der Höhe nach Süden die Kasernengebäude mit ihren Abtritten, dem Begräbnissplatz der 1813 verstorbenen Soldaten hinter der Garnisonskirche und die vor 40 Jahren in einem Hohlwege oberhalb des Hausweges gelegene Schindergrube will ich gar nicht rechnen. Sollten

1) das Nichtvorhandensein von Abtrittsgruben an und in den Gebäuden (es gibt nur Eine am nördlichen Giebel des Krankenhauses, deren unterster Theil wahrscheinlich in Porphyr liegt, und die ich nicht beseitigen konnte),
2) die Anlage der Düngergrube ausserhalb des Gehöftes,
3) das sorgfältigste Bestreben keinen undesinficirten Cholerastoff in den Boden kommen zu lassen,

Momente der Immunität sein?

Aus diesen Angaben des Herrn Geh. Medicinalrathes Dr. Göpel geht zur Evidenz hervor, wie complicirt die Boden- und Wasserverhältnisse einzelner Lokalitäten sein können, und dass sich namentlich über die Wasserverhältnisse des Bodens ohne fortlaufende Untersuchungen und Beobachtungen nichts für die Aetiologie der Cholera Entscheidendes angeben lässt. Wie wunderbar erscheint die Thatsache, dass, um die Kellerräume des Krankenhauses trocken zu erhalten, aus dem Brunnen in demselben vom November bis Mai in gewöhnlichen Jahren täglich gepumpt werden muss, während doch zu dieser Zeit durchschnittlich der Boden am wasserärmsten, die Niederschläge am geringsten zu sein pflegen! Sollte diese Stelle von einem sehr entfernten, höher gelegenen Punkte aus mit Wasser gespeist werden, welches erst nach vielen Monaten hier anlangt?

Welch grosses Sinken im Stande des Grundwassers von 1863 bis 1865! Heftige Gewitter und rasches Thauwetter wirken nicht auf das Wasser unter dem Krankenhause. Diese Erscheinung deutet gleichfalls auf eine lokale Abnormität, in welcher vielleicht der Hauptgrund der beobachteten Immunität zu suchen ist.

Nicht übersehen werden darf, dass die Anlage der Unrathgruben und Behälter einer Imprägnirung des Bodens gleichfalls sehr ungünstig sind, so dass auch der wesentliche Ausschluss dieses Faktors mitgewirkt haben mag.

Nach einer weiteren Mittheilung des Herrn Geh. Medicinalrathes Dr. Göpel wurde, was höchst beachtenswerth ist, von Mitte August 1865 angefangen, die Desinfektion sämmtlicher Entleerungen der Bewohner des

Kranken- und Siechenhauses mit Eisenvitriol prophylaktisch eingeführt und energisch gehandhabt.

Unter diesen Umständen möchte ich die auffallende Immunität dieses Platzes vorläufig noch als eine höchst interessante offene Frage betrachten, worüber künftige Beobachtungen erst endgiltig entscheiden werden, hauptsächlich handelt es sich darum, ob das Kranken- und Siechenhaus schon in Folge der rechtzeitig angewandten und ohne Unterbrechung durchgeführten Desinfektion, oder schon lediglich in Folge des Mangels der zeitlichen Disposition von Cholera frei geblieben ist.

2) Ueber den Wasserstand des Stadtbaches in verschiedenen Jahren.

Am untern Ende des grossen Baches lag am 13. Dezember 1865 der Wasserspiegel 3 Ellen 18 Zoll unter dem Niveau des Dammes. Am 6. und 7. April 1865 war dieser 9 Zoll hoch überfluthet. Differenz 4 Ellen 3 Zoll. Am kleinen Damm hinter dem Hause des Bäckers Senf stand der Wasserspiegel des Stadtbaches am 13. Dezember 1865 2 Ellen 21 Zoll unter dem Niveau des Dammes, der den Bach vom kleinen Teiche scheidet. Am 6. und 7. April 1865 war der Damm 15 Zoll hoch überfluthet. Differenz 3½ Ellen. Im Jahre 1835 im Sommer bei dem nächst höchsten Wasserstand war die Differenz 2 Ellen 6 Zoll. Am 29. Mai und am 29. Juni 1771 hat der Stadtbach in der Gegend der Brücke der Bahnhofsstrasse 5 Ellen über dem Wasserspiegel vom 13. Dezember 1865 gestanden. Im Jahre 1784 hat er 4 Ellen, am 6., 7. April 1865 ebenfalls 4 Ellen über dem Wasserspiegel vom 13. Dezember 1865 gestanden.

Der Schneefall Ende März 1865 war ein seit Menschengedenken unerhörter, ich wenigstens kann mich seit 50 Jahren eines solchen nicht erinnern. Der Schnee schmolz und das Wasser verlief sich binnen wenigen Tagen. Einen so trocknen Sommer wie den diesjährigen habe ich hier auch nicht erlebt, auch keine solche Wassernoth und solches Versiegen der Brunnen.

3) Ueber den Stand verschiedener Brunnen in der Stadt Altenburg am 14. Dezember 1865.

Höchste Punkte im östlichen Stadttheil.

1. Herzoglicher Marstall.

Nr. 1. 40 Ellen tief.

2	Ellen	aufgeschüttetes Land,
12	„	reiner Lehm,
8	„	Thon,
6	„	weicher Sandstein, sehr porös,
12	„	fester Sandstein.
40	Ellen.	

Nr. 2. 47½ Ellen tief.

Nach Lehm und Thon kommt lauter Sand, Grund: rother Kies.

2. Magdalenen-Stift.

44¼ Ellen tief.

6 Ellen 18 Zoll Wasserstand 13. Dezember 1865. Grund: Porphyr.

Hat diesen Sommer unerhörter Weise momentan kein Wasser gegeben.

3. Herzogliches Schloss.

Im Gebäude in der Küche.

55 Ellen tief. In der ganzen Tiefe Porphyrfelsen.

Höchste Punkte nach Westen.

1. Brunnen des Oeconomen Kühn an der Chaussee nach Zeitz.

59 Ellen 6 Zoll tief.

4 Ellen 9 Zoll Wasserstand. 13. Dezember 1865.

Grund Porphyr. Auf der Oberfläche meist Lehm, dann kommt Sand, welcher stellenweise durch schmale thonige oder sandsteinige Schichten unterbrochen ist, auf denen stellenweise Schwitzwasser steht.

2. Oeffentlicher Brunnen in der Johannis-Vorstadt.

50 Ellen tief.

14 Ellen Wasserstand am 13. Dezember.

20 Ellen gewöhnlicher Wasserstand.

Hoher Punkt nach Süden.

Brunnen in Dr. Göpel's Garten.

49 Ellen tief. Kein Wasserstand seit Monaten.

6 Ellen Wasserstand November 1863.

Schichtung. 1½ Elle Abraum.
20 Ellen reiner Lehm,
? „ reiner Kalk,
? „ mit Sand vermischter Kalkfelsen,
Wasser kalkhaltig.

Höchster Punkt nach Norden.

Brunnen hinter dem Pohlhof.

Wie der Brunnen des Oeconomen Kühn.

Niederung nach Süden.

Brunnen beim Gärtner Braungarten.

18 Ellen tief. 1 Elle 15 Zoll Wasserstand am 13. Dezember.

Liegt ungefähr 90 Ellen vom grossen Teich, der obere Rand desselben liegt ungefähr 15—16 Ellen höher als der Wasserspiegel des grossen Teiches am 13. Dez. 1865.

Niederung nach Osten.

Brunnen in der Bürstenfabrik, von Muschke erbaut 1864, in der Nähe des Weges nach Kottritz.

25½ Ellen tief.

14½ „ Wasserstand 13. Dezember 1865.

16 Ellen höchster Wasserstand,
Lehm,
Sand,
Braunkohle, sonst, ist jetzt ausgebeutet,
Thon, lag 20 Ellen entfernt oberhalb des Brunnens.

Niederung nach Norden.

Hager's Ziegelei hinter dem Haus Nr. 1181.

1. 31 Ellen tief,
7 „ Wasserstand 13. Dezember 1865.
Grund Porphyr.

2. 29½ Ellen tief,
7½ „ Wasserstand 13. Dezember,
Grund Thon.

3. 19½ Ellen tief,
4 Ellen Wasserstand, 13. Dezember.
Grund Thon[1]).

Brunnen in der Dampfschneidemühle.

1. 10½ Ellen tief,
2 „ Wasserstand, 13. December 1865.

2. 10 Ellen tief,
3 „ Wasserstand 13. Dezember 1865.

Dampf-Mahlmühle neben dem Krankenhause.

1. 25½ Ellen tief,
12½ „ Wasserstand 13. Dezember,
Grund Porphyr, giebt ausserordentlich viel Wasser.

2. 15 Ellen tief, Grund Porphyr,
4 „ Wasserstand den 13. Dezember.

3. 14 Ellen tief, Grund Kies mit Thon,
4 „ Wasserstand am 13. Dezember.

Beide sind schnell ausgepumpt.

Aus diesen Notizen ersieht man, dass die Brunnenschachte an den höheren Punkten Altenburgs durchschnittlich gegen 100 Fuss tief gehen und fast alle bis zum Porphyr hinabreichen. Die darüber

1) In dem der Ziegelei nahe aber etwas tiefer gelegenen Haus Nr. 1181, wo mehrere Cholerafälle vorkamen, habe ich bei meiner Anwesenheit in Altenburg die Entfernung des Wasserspiegels von der Oberfläche gemessen; sie betrug damals 29½ Fuss — also nahezu 15 Ellen. Die ganze Tiefe des Brunnenschachtes wurde mir zu 18 Ellen angegeben, wonach der Wasserstand damals 3 Ellen betragen hätte. Pettenkofer.

liegende, grösstentheils dilluviale Schichte ist gemischt aus Thon, Lehm und Sand, in denen stellenweise sogenanntes Schwitz- oder Schichtwasser getroffen wird, auf dessen Bedeutung als Grundwasser ich bei Besprechung der Epidemie in Werdau näher eingehen werde. Erst in den tiefer gelegenen Punkten Altenburgs (z. B. auf der Neuen Sorge, an der Zeitzer Strasse) kann der Wasserstand in den Brunnen als Anhaltspunkt für das Grundwasser angesehen werden, so weit dieses einen Einfluss auf die lokale und zeitliche Disposition für Cholera ausübt. In den höheren Punkten müssten eigene Schachte für Beobachtung des Schichtwassers angelegt werden, welches wohl sehr wichtig für die Durchfeuchtung der oberen porösen Schichten ist, aber selten zur regelmässigen Speisung eines Hausbrunnens ausreichend sein wird. Ich haben auf dieses Schichtwasser schon in meinen fünf Fragen aus der Aetiologie der Cholera (im ersten Bande von Pappenheim's Monatschrift für Sanitätspolizei) hingewiesen, und werde auch hierauf bei Werdau wieder zu sprechen kommen. Namentlich in einem Quartier Altenburgs, im Nicolaikirchhof, würde die Beobachtung des Schichtwassers lohnend sein. Dieser hoch gelegene Theil zeigte eine unverkennbare Hinneigung zur epidemischen Entwicklung, von der sich bereits Andeutungen schon im Verlaufe der kleinen Epidemie im Jahre 1849 finden, wo unter den 20 Fällen im Civil 2 auf den Nicolaikirchhof treffen.

4) Tabelle über die von Cholera ergriffenen Häuser.

Altenburg zählte Ende 1864 ungefähr 1350 Wohnhäuser mit 17966 Einwohnern. Aus der folgenden Tabelle ist die Zahl der im Jahre 1865 von der Cholera berührten Häuser nach Strassen geordnet, sowie die Zahl der in denselben wohnenden Familien und Personen, deren Erkrankungs- und Todesfälle vom 28. August bis 27. November zu ersehen:

Strasse oder Gasse	Haus-Nummer	Zahl d. Familien	Hausbewohner	Erkrankungen	Todesfälle
Kunstgasse	678	2	10	2	2
	797	7	21	2	2
	679	2	14	2	2
	686	6	18	1	—
Hinter der Mauer	801	5	14	6	3
	802	2	9	1	1
	807	2	5	1	1
	819	1	7	2	1
Bei der Scharfrichterei	1167	2	6	1	1
	1118	3	7	2	—
	1181^{a}	5	15	9	4
Neue Sorge	1140	2	3	1	1
	1148	3	16	2	—
	1149	5	26	1	1
	1152	4	16	2	1
	1155	3	14	3	3
	1157	6	33	1	—
	1162	8	38	3	1
Leitergasse	986	2	13	1	—
	1022	2	5	1	1
Hillgasse	349	10	34	7	5
	350	8	34	5	2
	366	4	11	7	5
	367^{a}	3	17	2	1
	367^{b}	3	11	1	1
	369	7	24	1	—
Pauritzer Gasse	1025	2	12	1	—
	1086	3	16	1	1
	1088	2	5	1	1
	1089	1	4	1	—
	1094	10	35	1	—
	1117	4	18	1	1
Summa 1	. .	129	511	73	42

Strasse oder Gasse	Haus-Nummer	Zahl d. Familien	Hausbewohner	Erkrankungen	Todesfälle
Auf den Röhren	1108	2	6	2	—
	1110	7	25	4	2
Kornmarkt	284	6	26	1	1
Kesselgasse	316	5	17	1	—
Nicolaikirchhof	555	2	6	1	—
	570^{a}	8	26	5	3
	578	1	3	1	1
	581	2	12	1	1
Hospital z. hl. Geist	605	2	98	2	2
Bahnhofsstrasse	1167	3	13	1	—
Am Frauenfels	914	9	31	1	1
	916	5	22	2	1
	918	9	32	3	3
Stiftsgraben	838	3	10	1	—
Johannisgasse	113	6	23	1	—
Baderei	275	4	18	1	1
Teichplan	663	4	8	1	1
Kotteritzer Weg	732	4	18	2	1
Kirchberg	168	2	9	3	2
Josephsplatz	1063	3	8	2	1
Glockengässchen	1082	3	10	1	—
Vorwerksgraben	973	2	5	3	1
	975	4	12	2	1
Fleischergasse	504	1	3	1	1
Weibermarkt	95	3	7	2	2
Teichdamm	759	1	5	2	1
	772	3	10	1	1
Summa 2	. .	104	463	48	28
„ 1	. .	129	511	73	42
Summa-Summarum	. .	233	974	121	70

Nach dieser Angabe wohnten in 59 von der Cholera ergriffenen Häusern Altenburgs (mit Ausschluss des Versorgungshauses und des Hauses am deutschen Bache an der Zeitzer-Strasse, die in der folgenden Tabelle aufgeführt werden) 974 Personen, von denen 121 (d. i. 12.4 pro Cent) erkrankten, und 70 (d. i. 7.2 pro Cent) starben. Auf die Gesammt-Einwohnerzahl von Altenburg (17,966) entziffert sich allerdings eine viel geringere Morbilität und Mortalität, nämlich 0.67 und 0.38.

5) Städtisches Versorgungshaus in Altenburg.

Bewohner:

6 Personen, Familie des Aufsehers.
27 Personen, 4 obdachlose Familien.
26 versorgte liederliche Männer.
3 versorgte liederliche Frauen.

62 Personen.

Städtisches Versorgungshaus in Altenburg.

Erste Erkrankung den 22. November Früh 3 Uhr. Letzte Erkrankung 6. Dezember.

Lebensalter	Zahl der Bewohner			Davon erkrankten			starben im Stad. algid.			starben am Chol.-Typh.			starben Summa
	Männlich	Weiblich	Zusammen	Männlich	Weiblich	Zusammen	Männlich	Weiblich	Zusammen	Männlich	Weiblich	Zusammen	
Bis mit 2 Jahre . . .	1	1	2	1	1	2	1	—	1	—	—	—	1
Vom 3. bis mit 13. Jahre	15	4	19	3	2	5	1	1	2	1	—	1	3
„ 14. „ „ 20. „	3	—	3	2	—	2	—	-	—	—	—	—	—
„ 21. „ „ 30. „	1	1	2	1	—	1	1	—	1	—	—	—	1
„ 31. „ „ 40. „	7	3	10	4	1	5	1	1	2	1	—	1	3
„ 41. „ „ 50. „	8	1	9	2	—	2	—	—	—	1	—	1	1
„ 51. „ „ 60. „	8	3	11	4	3	7	1	2	3	1	—	1	4
„ 61. „ „ 70. „	5	—	5	4	—	4	1	—	1	1	—	1	2
„ 71.	1	—	1	1	—	1	1	—	1	—	—	—	1
	49	13	62	22	7	29	7	4	11	5	—	5	16

Erkrankungen und Todestage im Versorgungshause:

	Zahl der Erkrankungen	Zahl der Todesfälle
22. November	5	—
23. „	3	1
24. „	2	2
25. „	10	1
26. „	2	2
27. „	1	3
28. „	—	2
29. „	—	2
30. „	1	—
1. Dezember	1	1
2. „	1	—
3. „	1	—
4. „	—	1
5. „	—	—
6. „	2	—
15. „	—	1
	29 Erkrankte.	16 Todte.

6) Haus-Nr. 604[b] am deutschen Bache, an der Zeitzer-Strasse.

Bewohner:

2 Männer (Familienväter),
2 Frauen,
8 Kinder,

12 Personen,

		erkrankten		und starben
davon erkrankten am	27. November	4		1
	28. „	1		3
	29. „	1		—
	11. December	—		1
		6 Erkrankungen.		5 Todesfälle.

Alter der Gestorbenen:	1 Mann (Schneider)	44	Jahre,	Parterre	wohnend.
	1 Frau (Geyer)	52	„	im 1. Stock	„
	1 Kind (Schneider)	11	„		
	1 Kind (Schneider)	10	„		
	1 Kind (Schneider)	2½	„		
Alter der Genesenen:	1 Kind (Geyer)	9	„		

Hienach hatte das Versorgungshaus eine Morbilität von 46.7 per Cent und eine Mortalität von 25.8 pro Cent, Haus Nr. 604[b] sogar von 50 und 41 pro Cent. Die grosse Intensität an diesen beiden nahe gelegenen Punkten zu einer Zeit, wo die Epidemie aus allen

andern Häusern Altenburgs verschwunden war, ist eine höchst auffallende Thatsache. Herr Geh. Med.-Rath Dr. Göpel hat alle Möglichkeiten der Verschleppung in das Versorgungshaus in's Auge gefasst. Der grössten Wahrscheinlichkeit nach wurde der Keim aus dem Hause Nr. 819 hinter der Mauer auf dem Umwege über das Choleraspital in's Versorgungshaus gebracht. Am 30. Oktober erkrankte in Nr. 819, wo mehrere Cholerafälle vorgekommen sind, ein gewisser A. B. und wurde in's Krankenhaus gebracht. Hier am 16. November entlassen wurde er als „ein obdachloser liederlicher Kerl" im Versorgungshaus untergebracht. Bei seiner Entlassung wurde er vom Stadtrath mit frischer Wäsche und Kleidern versehen, da seine ganze Garderobe voller Läuse gewesen und bis auf ein paar Gummiüberschuhe vernichtet worden war. Da liegt nun die Frage vor, ob auch die Exkremente eines Genesenen die Krankheit noch verbreiten können. Es ist kein Grund gegen eine solche Annahme zu finden. Wenn Jemand den Keim in sich tragen kann, ohne Krankheitssymptome zu zeigen, so ist das Aufhören der Krankheitssymptome auch kein massgebendes Zeichen für das Absterben des Keimes. Was mich vorwaltend bestimmt, die Verschleppung in's Versorgungshaus von dem A. B. abzuleiten, ist das Klappen der gewöhnlichen Zeitdauer, welche zwischen der Einschleppung und dem ersten Falle des Hauses zu verstreichen pflegt. Die Untersuchungen über die Epidemie 1854 in Bayern haben ergeben, dass zwischen der Einschleppung in einem cholerafreien Orte und dem ersten wirklichen Choleraanfall eines Ortsangehörigen gewöhnlich 6 bis 7 Tage liegen. A. B. wurde am 16. November in's Versorgungshaus gewiesen, am 22. zeigen sich die ersten Erkrankungen und zwar gleich 5 an einem Tage.

Auch das, was man sonst von der Incubationsdauer bei der Cholera weiss, widerspricht der Annahme im vorliegenden Falle nicht. A. B. war der erste Kranke des Hauses Nr. 819; er erkrankte am 30. Oktober. Wir wissen mit aller Bestimmtheit, dass sich der Keim der Krankheit drei Wochen lang im Körper halten kann; somit ist der 16. November durchaus kein ungewöhnlicher Abstand zwischen der Zeit der Erkrankung des A. B. und der Zeit der Einschleppung im Versorgungshaus.

Höchst interessant ist der Fall eines andern Bewohners des Versorgungshauses eines gewissen H. St., aus dem hervorgeht, dass das Choleraspital nie, wohl aber das Versorgungshaus ein Infectionsherd war. H. St. erkrankte am 25. November. Dieser Mann hatte seit mehr als 6 Wochen täglich den Weg vom Versorgungshause in's Krankenhaus gemacht und dort für Taglohn die Braunkohlen aus den Remisen auf die Corridore gefahren, zuletzt noch am 24. November Abends, als schon seit 3 Tagen die Cholera im Versorgungshause war. Im Choleraspital hat derselbe also den Keim zu seiner Erkrankung sicherlich nicht, sondern im Versorgungshause gefunden. Also nicht aus dem Choleraspitale, sondern aus dem Hause Nr. 819 hinter der Mauer ist die Cholera in's Versorgungshaus gekommen. Diese beiden Fälle werfen ein neues Licht auf die Bedeutung der örtlichen Disposition. Erwähnt muss noch werden, dass im Versorgungshaus nicht früher desinficirt worden ist, als bis die ersten Cholerafälle aufgetreten waren.

Die Bewohner des so arg mitgenommenen Hauses Nr. 604[b] in der Nähe des Versorgungshauses haben sich wenn auch nicht mit dem Wasser aber doch jedenfalls auf andere Art die Cholera von da geholt. Der Weg, den sie in's Haus Nr. 604[b] nahm, ist ein höchst lehrreiches Beispiel von der Wirkung eines inficirten Bodens, denn weder die Familie Geyer, noch die Familie Schneider hatten einen Verkehr mit den Personen des Versorgungshauses, wohin sie bloss zum Wasserholen kamen.

Betrachtet man die Dauer der einzelnen Hausepidemien Altenburgs näher, so findet man das Nämliche, was 1854 in München und Halle deutlich nachgewiesen wurde, nämlich dass sie in grösseren Häusern meistens 2 Wochen dauern. In Altenburg hatte man 7 ausgesprochene sog. Hausepidemien:

Nr. 801	6	Erkr.	3	Todte.	13	Tage Dauer der Erkrank.
„ 1181	8	„	3	„	16	„ „ „ „
„ 350	5	„	2	„	15	„ „ „ „
„ 349	6	„	7	„	4	„ „ „ „
„ 366	7	„	5	„	9	„ „ „ „
Versorgungshaus	29	„	16	„	15	„ „ „ „
Nr. 604[b]	6	„	5	„	4	„ „ „ „

Wenn in einem inficirten Hause auch keine neuen Erkrankungen mehr vorkommen, so darf es doch nicht als cholerarein betrachtet werden. Für diesen Satz theilt Dr. Göpel einen sehr interessanten Beleg aus dem Hause Nr. 1181 mit, wo 10 Tage nach dem Schluss der Hausepidemie, welche 16 Tage gedauert hatte, nochmal eine Erkrankung mit tödtlichem Ausgang vorkam, die aber eine Person betraf, welche erst 2 bis 3 Tage vorher in dieses Haus gezogen war.

Ebenso kam in Nr. 349 noch nach 26 Tagen eine neue Erkrankung mit tödtlichem Ausgange vor. Auch sie betraf eine Frau, welche 2 Tage vorher aus einem cholerafreien Dorfe zum Besuche gekommen war. Auch diese beiden Fälle stimmen bezüglich der Incubationsdauer sehr nahe mit den frühern Beobachtungen in Bayern überein, welche sich für Personen, welche aus ganz cholerafreien in bereits inficirte Orte kamen, im durchschnittlichen Minimum zu $2^1/_2$ bis 3 Tage ergab.

Diesem Zeitmaass scheint ein anderer Fall zu widersprechen. Der Besitzer des Hauses Nr. 349 wurde am 31. Oktober von seinem Vater besucht, welcher sodann in sein Haus Nr. 504 zurück ging, und dort nach 8 Stunden starb. Ohne Zweifel sind diesem Besuche schon frühere vorausgegangen, entweder im Hause 349 selbst oder in einem anderen Cholerahause. Da der Vater nicht zugereist war, sondern überhaupt in Altenburg wohnte, ist dieser Fall den beiden vorhergehenden gegenüber von geringerer Bedeutung.

In 18 Häusern von Altenburg kamen 2 bis 3 Erkrankungen unter Umständen vor, dass ihnen Dr. Göpel den Namen Stubenepidemien beilegte. Der Mehrzahl nach werden es wohl Fälle gewesen sein, wo sich die Erkrankten die Infektion auswärts entweder gleichzeitig und an demselben Orte, oder in Zwischenräumen und zu verschiedenen Zeiten in einem inficirten Hause geholt haben, oder solche Fälle, wo die Stubenepidemie nur desshalb nicht zur Hausepidemie geworden ist, weil die individuelle Disposition entgegen war.

In 36 Häusern, also in einer viel grösseren, in der doppelten Anzahl, ereigneten sich nur einzelne Fälle, die auch bei wiederholten Einschleppungen vereinzelt blieben, z. B. in Nr. 570 dreimal, in

Nr. 605, in dem von 98 Personen bewohnten Heil. Geistspital wurde die Cholera am 19. September aus Haus Nr. 1122 und am 17. Oktober aus Haus Nr. 168 von Pfründnerinnen eingeschleppt, welche in den betreffenden Häusern kranke Verwandte gepflegt hatten, ohne dass die Krankheit in der Anstalt weiter um sich gegriffen hätte.

Bei der verhältnissmässig gering entwickelten lokalen Disposition Altenburgs sind die einzelnen Verschleppungen zahlreich nachzuweisen gewesen, z. B.

aus Haus Nr. 801 ins Haus Nr. 350 und nach Nobitz,
" " " 1181 " " " 916 " " Windischleube,
" " " 1122 " " " 570^b und Nr. 605,
" " " 366 " " " 797,
" " " 366 od. 797 " " " 973,
" " " 973 " " " 975.

Um auch die zeitliche Ausbreitung der Krankheit in den einzelnen Strassen und Häusern übersichtlich zu machen, hat Herr Geh. Med.-Rath Dr. Göpel eine Zusammenstellung gemacht, welche ich in der beiliegenden lithographirten Tabelle nach Art meiner früheren Darstellung der Strassenepidemien Münchens behandelt habe.

Die einzelnen Fälle sind nach Hausnummern bezeichnet. Um die Tabelle nicht überflüssig gross zu machen, sind die Fälle von je zwei Tagen in einer Columne vereinigt worden. Um ersehen zu können, welcher Strasse jede einzelne in der lithographirten Tabelle vorkommende Hausnummer angehört, dient folgende Zusammenstellung

Hausnummer	Strasse	Hausnummer	Strasse
95	Weibermarkt.	712, 759	Am Teichdamm.
113	Johannisgasse.	801, 802, 807, 819 .	Hinter d. Mauer.
168	Kirchberg.	838	Stiftsgraben.
275	Baderei.	914, 916, 918 . . .	Am Frauenfeld.
284	Kornmarkt.	973, 975	Vorwerksgraben
316	Kesselgasse.	986, 1122	Leitergasse.
349, 350, 366, 367ᵃ, 367ᵇ, 369 . . .	Hillgasse.	1063	Josephsplatz.
504	Fleischergasse.	1082	Glockengässch.
565, 570. 570ᵇ, 578, 581	Nicolaikirchhof.	1025, 1086, 1088, 1089, 1094, 1117 . . .	Pauritzergasse.
604, 604ᵇ	Zeitzer Strasse.	1108, 1110	Auf den Röhren.
605	Hospit. z. h. Geist	1167	Bahnhofstrasse.
663	Teichplan.	1140, 1148, 1149, 1152, 1155, 1157, 1162 .	Neue Sorge.
636, 678, 679, 797 .	Kunstgasse.		
732	Am Cotteritzer-Weg.	1118, 1167, 1181 . .	Scharfrichterei.

7) Zum Schlusse kann ich mir das Vergnügen nicht versagen, eine Stelle aus einem Briefe Göpel's an mich wörtlich zu geben, wo er seine einfachen und praktischen Anschauungen mittheilt, obschon ich dazu weder Auftrag noch Erlaubniss habe:

Theorie.

„1) Die Cholera ist eine ausländische, ansteckende Krankheit.

2) Sie wird durch den Verkehr der Menschen verbreitet.

3) Die Träger des Ansteckungsstoffes sind die Entleerungen des Darmkanals.

4) Aus den sich zersetzenden entleerten Stoffen geht das Gift in die nächste Luftschichte über, wird von den Menschen eingeathmet und macht diese krank.

5) Der Ansteckungsstoff wird durch die sich bewegende Luft schnell verdünnt, oder zersetzt vielleicht, und wird so unschädlich.

6) Am Wasser, an Wäsche, an den Dielen und Wänden der Zimmer bleibt er haften und macht Stubenepidemien.

7) Er haftet und verbreitet sich am meisten in porösem, besonders mit faulenden organischen Substanzen imprägnirten Erdboden und macht so Häuser-, Strassen- und Ortsepidemien."

Maassregeln.

„1) Zerstörung des Ansteckungsstoffes so schnell als möglich.

a) Alle Gefässe, in welche die Kranken entleeren, sind mit angemessener Menge von Eisenvitriolwasser gefüllt.

b) Jedes Wäschstück wird im Krankenzimmer selbst in einen Kübel mit Wasser und Chlorkalk gezogen, dann in siedendes Wasser geschüttet, mehrere Tage dann in einen Rohrkasten mit durchlaufendem Wasser gelegt und nachher erst gewaschen; Strohsäcke werden ebenso behandelt; alles aus denselben entleerte Stroh wird desinficirt.

c) Es ist nicht zu vermeiden, dass die Leib- und Bettwäsche des Kranken, so lange er sie in Gebrauch hat, besudelt werde, von ihr verbreitet sich Ansteckungsstoff, daher Offenhaltung der Fenster bei Tag und Nacht, starkes Heizen der Zimmer und öfteres Oeffnen der Thüren, um eine starke Luftbewegung hervorzubringen.

d) Sofortiges Abwischen des mit Oelfarbe angestrichenen Fussbodens und der $2^1/_2$ Ellen hoch ebenso angestrichenen Wände und der hölzernen Geräthe.

e) In dem entleerten und dem wohlverschlossenen Zimmer werden aus Chlorkalk und Schwefelsäure starke Dämpfe entwickelt, Kopfkissen und wollene Decken werden gleichzeitig darin desinficirt. Das Zimmer wird dann nochmals gelüftet und gehörig gewaschen.

2) Verhütung der Imprägnirung des Bodens.

a) Alle Auswurfstoffe und das Stroh werden in eine ausserhalb des Gehöftes gelegene, dicht gemauerte und verdeckte Düngergrube gebracht, in ihr steht eine Pumpe zum Entfernen der Flüssigkeiten. Auch diese Grube wird fortwährend desinficirt.

b) In die Kanäle, welche vom Hause zum Hauptkanal führen wird Eisenvitriolwasser eingeschüttet.

c) Ehebaldigste Fortbringung der Leiche aus dem bewohnten Hause, da nach dem Tode aus dem After der Leiche noch Ausleerungsstoffe auslaufen.

d) Permanentes Desinficiren der Aborte, auf welche viele nicht in's Haus gehörige Menschen gehen, in Bahnhöfen, Gasthäusern, Fabriken u. s. w.

e) Verbringen der Kranken aus der Cholera günstigen Häusern und Räumen in das Krankenhaus.

3) Ermittelung von Räumen um die Siechen zu versetzen, wenn die Epidemie eine bedeutende Ausdehnung erreichen sollte.

4) Zusammenfassen der Beobachtungen und Thatsachen in Einer Hand, wenn die Krankheit ausbrechen sollte.

Von Mitte August an liess ich alle Aborte im Krankenhause und Landes-Siechenhause regelmässig desinficiren. Von nun an dachte ich nicht weiter an die Cholera.

Zu meinem Erstaunen erscheint sie am 28. August, ich war nicht erfreut darüber."

Dr. Goepel.

II. Werdau.

Auf meiner Fahrt von Altenburg nach Werdau traf ich mit Professor Dr. Sonnenkalb aus Leipzig zusammen, dessen Reise den nämlichen Zweck hatte wie die meinige. Wir stiegen zunächst in Crimmitzschau ab, wo bekanntlich nur in zwei Häusern Cholerafälle vorgekommen waren, bei denen es sein Verbleiben hatte. In das eine dieser Häuser war eine Frau mit einem Kind aus Werdau gekommen, die aus einem dortigen Cholerahaus geflohen waren. Nachdem sie übernachtet, wurden sie am nächsten Morgen auf einen Wagen gesetzt und nach Werdau zurückgefahren; das Kind starb auf dem Wege, und die Mutter kam im algiden Stadium der Cholera in Werdau an, und starb bald nach der Ankunft. In Crimmitzschau kam im Nachbarhause, wo die Frau mit dem Kind übernachtet hatte, nach einigen Tagen der erste Cholerafall vor — die beiden Häuser haben Hof und Garten nur durch einen niedern Lattenzaun getrennt. Dass es gelang, die Verbreitung auf die beiden Häuser zu besckränken, dazu hat wohl die verhältnissmässig gering entwickelte locale Disposition wesentlich beigetragen. Ich will auf diesen Punkt vorläufig nicht weiter eingehen; ich verspare mir seine Besprechung bis Werdau, mit dem sich Crimmitzschau als nächste Stadt an einem und demselben Fluss, als Fabrikort mit derselben Industrie und desshalb auch mit ganz ähnlichen socialen Verhältnissen sehr gut vergleichen lässt. Dr. Göbel, praktischer Arzt in Crimmitzschau, welchem ich von Geheimrath Dr. Walther empfohlen war, zeigte uns in der freundlichsten Weise jede Einzelheit, die wir zu sehen wünschten, und gab uns jeden Aufschluss.

Nachmittags fuhren wir nach dem schwer betroffenen Werdau, wo wir Geh. Medicinalrath Dr. Reinhard aus Dresden und Medicinalrath Dr. Günther aus Zwickau trafen. Noch zur selben Stunde machte ich auch die Bekanntschaft der beiden praktischen Aerzte Dr. Zeising und Dr. Stumme und des Bürgermeisters Fiedler von Werdau, sowie der Herren Dr. Rietschel, Dr. Brauer und Dr. Kleinpaul aus Dresden, welche schon beim Ausbruch der Epidemie ihren Collegen in Werdau zu Hülfe geeilt waren.

Nach Werdau wurde die Cholera aus Altenburg eingeschleppt. In einer dortigen Wollkämmerei starb am 13. September der Vor-

arbeiter G. D. an der Cholera. Er hinterliess eine Wittwe mit sechs Kindern, welche nicht in Altenburg, sondern in Werdau heimathberechtigt waren. Frau D. siedelte einige Tage nach dem Tode ihres Mannes nach Werdau über. Einige Tage nach ihrer Ankunft begann die Cholera von dem Hause aus, wo sich Frau D. einquartirt hatte, ihren verheerenden Umzug in der Stadt, so dass binnen zehn Wochen mehr als zwei Procent der Bevölkerung der Krankheit erlagen.

Werdau breitet sich längs der beiden Ufer der Pleisse in einer tiefen Mulde mit ziemlich steilen Rändern aus, die wieder von zahlreichen kleineren Mulden durchschnitten sind. Die meisten Strassen Werdau's sind so angelegt, dass sie den tiefsten Punkt einer Mulde einnehmen, und die Häuser zu beiden Seiten meist höher liegen, in deren Rücken sich dann die Ränder der Mulde erheben, an einigen Stellen mit beträchtlicher Steile. Ich verdanke dem Medicinalrath Dr. Günther folgende allgemeine Schilderung der geognostischen Verhältnisse:

„Werdau liegt im Gebiete des Rothliegenden, und zwar specieller im Gebiete der mächtigen dritten Etage, welche wesentlich als ein rothes, kleinstückiges, lockeres Conglomerat ausgebildet ist. In dem Pleisse-Thal und dessen Nebenthälern ist dieses Conglomerat vielfach entblösst; auf den Höhen aber wird es durch die weit verbreitete und stellenweise recht mächtige quartäre Geröll- und Sandbildung bedeckt, welche auch oft bis in die Thäler herabkommt und dann meist einseitig von Lehm überlagert wird. In Leubnitz tritt unter der dritten Etage des Rothliegenden die aus rothen Schieferplatten und Sandstein bestehende zweite Etage hervor, doch nur eine kurze Strecke; denn schon am Anfang des Werdauer Waldes wird solche wieder von der Conglomerat-Etage bedeckt, die zwar im ganzen Wald existirt, aber nur selten sichtbar zu Tag austritt, weil dort fast alles von Geröll und Lehm überfluthet ist."

Sowohl aus dieser Mittheilung, als auch aus vielfachem Augenschein ergab sich mir mit aller Bestimmtheit, dass Werdau auf einem sehr porösen, für Wasser und Luft leicht durchgängigen Boden liegt, der nur der Imprägnirung mit organischen Stoffen und einer abnormen Durchfeuchtung zu einer bestimmten Zeit bedarf,

um darnach eine Zeitlang Infectionsherde zu bilden, falls die Cholera eingeschleppt wird.

Ein Gang durch die Stadt überzeugte mich hinlänglich, dass sowohl die so stark ausgeprägte muldenförmige Lage als auch die Anlage der Gruben und Düngerstätten, ferner ein der Pleisse entnommener aufgedämmter Mühlbach und die Zahl und der Inhalt der vielen oberflächlich angelegten Schmutz- und Abzugsgräben für die Imprägnirung des porösen Grunds reichliches Material liefern. Einige dieser Gräben müssen nach den mir gemachten Schilderungen erschreckende Massen von moderndem Unrath enthalten haben, die bei meiner Anwesenheit in Folge sanitätspolizeilicher Anordnungen schon entfernt waren; aber auch das, was ich noch vor Augen sah, und was unter den gegebenen Umständen unvermeidlich ist, hätte die Erfordernisse zur Imprägnirung des Bodens hinreichend gedeckt; darüber waren die Sachverständigen alle einig.

Da diese Verhältnisse aber nicht aus der neuesten Zeit stammen, sondern gewiss schon sehr alten Datums sind, also jedenfalls auch während früherer Invasionen der Cholera in Europa (1848 bis 1858) vorhanden waren, so kann bei den Verkehrsverhältnissen der industriereichen Stadt ihre bisherige Immunität nur vom Mangel eines andern wesentlichen, und zwar des zeitlichen Moments, einer vorausgehenden ungewöhnlich hohen Durchfeuchtung der porösen imprägnirten Bodenschicht, abgeleitet werden. Dieses Moment hat sich für Werdau wie für Altenburg durch den ungewöhnlich starken und späten Schneefall Ende März des Jahrs 1865 ergeben, wo der vom 28. auf den 29. gefallene Schnee nach der übereinstimmenden Versicherung vieler auch in Werdau eine zu dieser Zeit nie dagewesene Höhe erreichte. In den meisten muldenförmigen Strassen lag der Schnee mehr als 3 Fuss hoch.

Meine Ansicht über den örtlichen Einfluss dieses Umstands verlangt den Nachweis, dass dieser Schneefall auf dem nordwestlichen Abhang des Erzgebirges gerade in jenem schmalen Strich zwischen Mulde, Pleisse und Elster, wo die Cholera heuer mit Ortsepidemien aufgetreten ist, verhältnissmässig am stärksten war, d. h. dass er von Werdau sowohl nordöstlich gegen Dresden hin als auch südwestlich gegen Plauen und Hof hin rasch abgenommen hat. Es

war mir nicht unwahrscheinlich, dass dies mit Hülfe der meteorologischen Stationen Sachsens, welche zwischen Dresden und Hof in entsprechender Entfernung vom Erzgebirge liegen, dargethan werden könnte. Die Beobachtungen auf dieser Linie müssen es zeigen, ob die Vertheilung des Niederschlags meiner Annahme widerspricht, oder nicht. Medicinalrath Dr. Günther hatte die Güte, sich auf meine Bitte hin an Professor Bruhns in Leipzig um die erforderlichen Data zu wenden, die der ausgezeichnete Gelehrte auch bereitwilligst mittheilte. In einer solchen Linie an der Abdachung des Erzgebirges liegen nun ziemlich gleichmässig vertheilt die meteorologischen Stationen Dresden, Freiberg, Chemnitz, Zwickau und Plauen. Eine dieser Stationen, Zwickau, liegt in dem Choleradistrict an der Mulde, nicht fern von dem am meisten ergriffenen Werdau, welches an der Pleisse liegt, zu deren Flussgebiet zunächst auch Altenburg gehört. Werdau, Altenburg und Hof sind leider keine meteorologischen Stationen. Die auf diesen in einer Reihe liegenden Stationen im März 1865 beobachteten Schneemengen verhalten sich in Pariser Linien Wasser ausgedrückt wie folgt:

Dresden	Freiberg	Chemnitz	Zwickau	Plauen
10.65	13.09	23.09	32.92	17.41.

Nichts kann überraschender und befriedigender sein, als diese Uebereinstimmung zwischen Theorie und Beobachtung. Zwickau, die im Choleradistrict und zunächst bei Werdau gelegene Station, zeigt wirklich ein ganz abnormes Maximum, welches sowohl gegen Dresden hin als namentlich auch gegen Hof hin rasch abnimmt. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass das Maximum wirklich auf Werdau trifft; da aber dieser Ort keine meteorologische Station ist, so kann dies durch exacte Zahlen nicht nachgewiesen werden; es geht aber aus andern Thatsachen und Berichten hervor.

Um sich eine richtige Vorstellung von der Bedeutung dieser Zahlen zu machen, braucht man nur zu vergleichen, den wie vielten Theil dieser eintägige Schneefall vom Gesammtniederschlag eines ganzen Jahrs ausmacht. Nach einer Mittheilung Bruhns betrug die Höhe sämmtlicher Niederschläge des Jahrs 1864 in Zwickau 204 Linien, der Schneefall vom 28. auf den 29. März 1865 betrug also bereits den sechsten Theil (16.1 Procent) vom Niederschlag eines ganzen Jahrs

Bezüglich der Verhältnisse des Wassers zum Boden ist es natürlich von einer ganz andern Bedeutung, ob die Niederschläge eines Jahrs binnen kurzer Zeit erfolgen, oder ob sie sich gleichmässiger vertheilen, ob sie zu einer Zeit erfolgen, wo der Boden bereits sehr ausgetrocknet ist, oder ob sie in einen weniger wassererschöpften Boden eindringen. Wenn sich die Niederschläge gleichmässiger und langsamer vertheilen, wenn sie zu einer Zeit erfolgen, wo die obere Bodenschicht in Folge gesteigerter Verdunstung weniger Wasser hat, wird ein abnormer Zustand, eine abnorme Stauung für die weitere Wasserbewegung in der porösen imprägnirten Bodenschicht viel weniger eintreten können; der Boden wird das Wasser und die organischen Stoffe, die mit ihm in Berührung kommen, innerhalb regelmässiger jährlicher Grenzen jährlich auch gleichmässig verarbeiten. Es ist ein wesentlicher Unterschied, ob eine poröse imprägnirte Bodenschicht nur mit so viel Wasser befeuchtet wird, dass zwischen den Poren auch immer noch Luft bleibt, oder ob die Befeuchtung einen so hohen Grad erreicht, dass die Poren gänzlich mit Wasser erfüllt werden, und die Luft für eine Zeit lang aus einem Theil der Schicht gänzlich verdrängt wird. Im letzteren Fall bildet sich in einem sonst feuchten, aber immer noch lufthaltigen Theil der Schicht Grundwasser. Der Begriff von Grundwasser schliesst die gleichzeitige Gegenwart von Wasser und Luft in den Poren einer Schicht aus, und verlangt deren gänzliche Erfüllung mit tropfbar flüssigem Wasser. Sinkt das Grundwasser zurück, so bleibt die Schicht wohl feucht von dem Wasser, so viel durch Adhäsion festgehalten wird, aber zugleich tritt, entsprechend der Grösse der Poren, auch wieder Luft in die Zwischenräume, welche das zurücksinkende Wasser lässt. Bei Gegenwart von Luft können Processe vor sich gehen, welche bei Ausschluss der Luft nicht erfolgen, und ein zeitweiser Ausschluss der Luft scheint Processe vorzubereiten, welche bei blosser Feuchtigkeit des Bodens, wo die Poren gleichzeitig auch noch immer mit Luft erfüllt sind, nicht eintreten können, weil für sie das Vorausgehen einer längeren Inundation, mit welcher ein Abschluss der Luft im inundirten Theil des Bodens verbunden ist, Bedingung ist. Wo und insoweit diese Processe jährlich und regelmässig in einer Bodenschicht eingeleitet

werden und vor sich gehen, muss ihre Wirkung eine geringere sein als dort, wo sie nur in grösseren Zwischenräumen erfolgen, und Schichten erreicht werden, welche lang nicht inundirt worden sind, weil im letztern Fall beim Zurücksinken des Wassers Material in den Process hereingezogen wird, welches sich seit längerer Zeit angehäuft hat, ohne verarbeitet worden zu sein. Zu dieser Annahme, welche die Forschungen auf neue Wege und in neue Richtungen bringen wird, drängt nicht nur das Verhalten der Cholera und der Malaria-Krankheiten, auch andere Thatsachen weisen darauf hin, und man darf an solche Processe glauben, auch ohne sie vorläufig schon näher zu kennen, wie man einen Cholera- und Malaria-Stoff glauben muss, ohne je einen gesehen zu haben.

Ich habe schon früher und wiederholt auf ein allbekanntes Beispiel von der Wirkung hingewiesen, welche eine solche Bewegung des Wassers im Boden auf organische Substanzen hat. Wenn wir die Holzpfähle eines Rostes für den Bau einer Brücke oder eines Hauses nicht einige Fuss unter dem tiefsten Wasserstand abschneiden, so dass ihr oberes Ende immer und unter allen Umständen unter Wasser bleibt, so geht der Rost und damit der Grund eines solchen Baues, wie wir alle wissen, in kurzer Zeit durch Verwesung zu Grunde, am schnellsten an der Stelle, welche abwechselnd unter Wasser gesetzt wird und dann beim Zurücksinken desselben wieder mit der Luft in Berührung kommt. Holz beständig unter Wasser gehalten, verwest nicht, wie uns die Brückenroste aus der Zeit der alten Römer und die Ueberreste der Pfahlbauten beweisen; Holz immer in trockener Luft bewahrt, hält sich gleichfalls viele Jahrhunderte lang, wenn es nicht von Wurmfrass zerstört wird; aber das zeitweise Befinden des Holzes im Wasser und dann wieder in der Luft ist das kräftigste Mittel zur Beschleunigung der Verwesung.

Die Muldenform begünstigt die Bildung und Ansammlung von Grundwasser weit mehr, als die entgegengesetzte oder die ebene Form einer porösen Bodenoberfläche, weil sie eine ungleiche Vertheilung des Wassers bedingt, welches sich nach den Mulden vorwaltend hindrängt, ja die meisten Mulden verdanken ebenso wie die Flussthäler diesem ungleichen Wasserandrang ihre Entstehung; die meisten

sind durch Ausspülung entstanden und haben sich allmählig vertieft und vergrössert.

Bei einem Schneesturm nehmen die Mulden noch beträchtlich mehr vom Niederschlag in sich auf als bei einem Regen, insofern der Wind auch den auf anderer Stelle gefallenen Schnee vorwaltend in die Mulden treibt und dort liegen lässt. Dieses Moment hat sich im vergangenen März in Werdau sicherlich auch geltend gemacht. Man zeigte mir an mehreren Stellen wie hoch der Schnee lag; nach diesen Anhaltspunkten wäre er nicht selten über 4 Fuss hoch gelegen. Dies wird nun schwerlich in der ganzen Gegend so gewesen sein; denn da hätte der Niederschlag noch mehr, und nicht ein Sechstel, sondern ein Drittel vom Niederschlag eines ganzen Jahrs betragen müssen. Auf mehreren meteorologischen Stationen wurde die Höhe des gefallenen Schnees gemessen. In Leipzig betrug sie z. B. 18 Zoll, welche beim Schmelzen 19.51 Linien Wasser gaben. Die nächste meteorologische Station bei Werdau ist Zwickau, wo allerdings die Höhe der Schneelage nicht, wohl aber das Wasser genau bestimmt wurde, welches er beim Schmelzen gab. Dies bebetrug 32.92 Linien, woraus sich mit Zugrundelegung der Beobachtung in Leipzig die Schneehöhe berechnen lässt. Hienach hätte, unter der Voraussetzung, dass Werdau keinen wesentlich höheren Niederschlag als Zwickau hatte, die Höhe des Schnees in Werdau nur etwa 30 Zoll betragen dürfen; er lag aber thatsächlich an vielen Stellen 48 Zoll hoch. Hiernach hätte die Muldenform Werdau's ebensoviel gewirkt, als ob der Schneefall noch um 54 Proc. mehr betragen hätte.

Höchst merkwürdig und lehrreich ist das Verhalten des Wassers, welches aus diesem abnormen Schneefall entstand, zum porösen Boden in Werdau. In Altenburg sprach es sich durch eine Ueberschwemmung aus, die eine Höhe erreichte, welche seit 1784 nicht mehr dagewesen war, und manche Brunnen zeigten dabei eine Schwankung von 3 bis 5 Fuss. In Werdau konnte ich von solchen Erscheinungen nichts erfragen. Während und nach dem Schmelzen dieses Schnees, was der vorgerückten Jahreszeit entsprechend sehr rasch erfolgte, ist weder die Pleisse ausgetreten, ja sie ging nicht einmal ungewöhnlich hoch, noch zeigte sich in den Brunnen eine

wesentliche Vermehrung des Wassers. Diese auffallende Thatsache halte ich für ganz sicher konstatirt; eben weil sie mir höchst auffallend war, besprach ich sie wohl mit mehr als einem Dutzend einzelner Personen, mit Bürgermeister, Aerzten, Brunnenmachern, Hausbesitzern, Gewerbtreibenden, Fabrikanten etc., und alle gaben mir ganz übereinstimmende Auskünfte. Da man nun das Wasser dieses mächtigen Niederschlages weder im Flusse noch in den Brunnen spürte, so bleibt nur die Annahme übrig, dass es der Boden grösstentheils eingeschluckt und bis zur Verdunstung in dem ungewöhnlich trocknen Sommer und Herbst behalten habe — ein Beweis zugleich von seiner Porosität und von seiner Fähigkeit das Wasser längere Zeit in den oberen Schichten zu behalten. Die Brunnengräber Werdau's vermögen diese merkwürdige Erscheinung in der einfachsten Weise zu erklären.

Die Pleisse fliesst wesentlich auf dem kompakten Rothliegenden, dem sogenannten Leberfels. Die Ufer und die nächsten Hügel zeigen, wie bereits erwähnt, grossentheils poröses Rothliegendes, Sand, Kies und Lehm, welche Bestandtheile nicht selten ungleich gemengt vorkommen. Alle Brunnen, welche ausreichend Wasser geben und nicht zeitweise versiegen sollen, müssen bis zum Felsen hinabgeführt werden. Die über ihm liegende poröse Schicht ist stellenweise 60 bis 70 Fuss mächtig, wie ich mich z. B. in der Henkelstrasse und Ronneburger Strasse überzeugte, und selbst in der Nähe des Flusses (z. B. am obern Anger Nr. 337) ist der Brunnenspiegel noch 32 Fuss unter der Oberfläche. Am mittlern Anger Nr. 478, unmittelbar am Flusse, fand ich den Wasserspiegel 12 Fuss unter dem Boden. Dieser Brunnen läuft durch einen unterirdischen Kanal in die noch tiefer liegende Pleisse aus. Die poröse Schicht ist zwar aus Rothliegendem, Kies und Lehm gemischt, aber, wie schon erwähnt, durchaus nicht gleichmässig, und man kommt bei Anlegung der Brunnen abwechselnd durch dichtere und lockerere Schichten. An Stellen, wo man 60 Fuss tief gehen muss, um einen ergiebigen Brunnen zu erhalten, trifft man oft schon 15 bis 20 Fuss unter dem Boden eine Schicht, auf der sich etwas Wasser findet, sogenanntes Schwitzwasser oder Schichtwasser, welches aber zur regelmässigen Speisung eines Brunnens nicht hinreichend ist, da es

Jahre und Monate im Jahr gibt, wo diese Schichten fast ganz ohne Wasser sind. Werdau ist einer jener nicht selten vorkommenden Fälle, welche ich schon vor mehreren Jahren in meinen fünf Fragen aus der Aetiologie der Cholera im ersten Band von Pappenheims Monatsschrift für Sanitätspolizei näher bezeichnet habe, und in welchen die Beobachtung des Wasserstandes in den Hausbrunnen keinen Maassstab für den Stand des Grundwassers unter der Oberfläche abgibt. Ich habe damals für diese Fälle die Anlegung eigener Schachte lediglich zur Beobachtung dieses Schwitzwassers vorgeschlagen. Die Beobachtung der gegrabenen Hausbrunnen ist selbstverständlich nur dann als Maass für das Grundwasser brauchbar, wenn ihr Spiegel über der ersten Schicht im porösen Boden steht, auf der sich überhaupt Wasser sammelt, wie es z. B. in München der Fall ist, wie ich es auch zu Altenburg in der Neuen Sorge und an der Zeitzer Strasse gefunden habe. Nur in dem Falle, wo der Brunnenspiegel von der Oberfläche durch keine andere wasserhaltende Schicht getrennt ist, ist er auch ein richtiger Anzeiger für den Stand des zunächst unter den Häusern befindlichen Grundwassers. Bei zeitweise sehr starken atmosphärischen Niederschlägen am Orte selbst, oder bei starkem Zufluss von Grundwasser aus höher gelegenen Gegenden, kann auf diesen Schichten, wenn sie auch sonst nur sparsames Schwitzwasser zeigen, oder selbst ganz trocken gefunden werden, zuweilen eine beträchtliche Wassermenge stehen, welche die Poren des darüber liegenden Erdreichs manchmal oft auf mehrere Fuss hoch erfüllen, dadurch eine Schicht vollständig überschwemmen und dann wieder ganz verschwinden kann. Ich habe nun allerdings in Werdau noch keine Vorrichtungen zur Beobachtung des Schwitzwassers getroffen, aber der Brunnenmacher am Viaduct in der Ronneburger Strasse hat mir versichert, dass man an einem im obern Theil der Strasse gelegenen weniger tiefen Brunnen im Frühling 1865 die Gegenwart und den Einfluss von Schwitzwasser eine Zeit lang recht wohl gespürt habe. Je nach der Grösse der Poren und dem bereits vorhandenen Feuchtigkeitsgehalt des Bodens kann 1 Zoll Niederschlag eine fünfmal, ja selbst zehnmal höhere Schicht Grundwasser verursachen.

Dass sich die obern Theile der porösen Schicht in Werdau

nach dem mehr erwähnten Schneefall stark mit Wasser imprägnirt haben müssen, geht schon aus der Thatsache hervor, dass hier nicht eine Ueberschwemmung wie in Altenburg eingetreten ist. Am 28. März war der Boden nach mehrfacher Angabe noch etwa einen oder zwei Fuss tief gefroren, und viele glauben, dass Schneewasser in gefrornen Boden nicht eindringen könne. Das ist in allen Fällen ein Irrthum, wenn der Frost nicht wesentlich unter Null und wo die Oberfläche nicht von einer zusammenhängenden Eiskruste bedeckt wird. Wenn eine feuchte Erdscholle oder feuchter Sand gefrieren, so werden sie dadurch wohl steinhart, verlieren aber nichts oder wenig von ihrer Porosität, insofern bekanntlich der Frost alle beweglichen Theile nicht einander nähert, sondern sie mehr trennt. Eine gefrorne Scholle saugt mit derselben Leichtigkeit Wasser ein, wie im nichtgefrornen Zustand, wenn nur ihre Temperatur nicht so niedrig ist, dass das eindringende Wasser sofort gefriert.

Da in Werdau die ungewöhnliche Ueberfluthung der obern Bodenschicht sicherlich nicht, wie z. B. in München, von einer Schwankung des Wasserspiegels der Brunnen verursacht worden, sondern von sich sammelndem Schwitzwasser von oben erfolgt ist, so kann man auch nicht erwarten, dass die Intensität der Krankheit sich nach der grössern oder geringern Entfernung der Oberfläche von dem Spiegel der Brunnen gerichtet hätte, oder dass die Farr'sche Formel über Choleramortalität etwa besonders auf Werdau passen würde. Sie passt in der That gar nicht, weil sie unter den dortigen Bodenverhältnissen nicht passen kann. Ich sah zwei Strassen, die Henkelstrasse auf dem rechten und die Ronneburger Strasse auf dem linken Pleisse-Ufer, welche sich in Mulden von der Tiefe nach der Höhe ziehen. In den höchstgelegenen Häusern trat die Krankheit mit derselben Heftigkeit auf wie in den tiefstgelegenen. Es hatte sich das Schwitzwasser, dieses vorübergehende Grundwasser, überall so ziemlich in gleicher Tiefe, in gleicher Entfernung von der Oberfläche gebildet und gesammelt. Der ungewöhnlich trockene Sommer und Herbst hat dann gewiss auch das seinige zur Grösse der Schwankung beigetragen.

In den Boden- und Grundwasserverhältnissen ist auch der wesentliche Unterschied des Verhaltens der Cholera in Crimmitzschau und

Werdau zu suchen. Schon der einfache Ueberblick von den Eisenbahnstationen aus zeigt, dass Crimmitzschau viel freier liegt, in einer breiteren Mulde mit weniger steilen und hohen Rändern. Ein ganz wesentlicher Unterschied liegt darin, dass der Thalrand am linken Pleisse-Ufer, auf dem weitaus der grösste Theil von Crimmitzschau liegt, auf der ganzen Ausdehnung der Stadt von keinem einzigen Seitenthal und keiner Seitenmulde durchschnitten ist, und dass man auf den Seiten nicht so mächtige Ablagerungen von Geröll und Lehm trifft wie in Werdau, sondern dass ein mächtiger Stock von Zechstein ziemlich nahe an die Stadt herantritt, von dem aber alle Wasser nicht gegen Crimmitzschau, sondern auf der entgegengesetzten Abdachung gegen Altenburg hin sich bewegen — ein Umstand, der wohl wesentlich zu der grossen Ueberschwemmung in Altenburg beigetragen hat. Diese Verhältnisse sind aus dem Henry Lange'schen Atlas von Sachsen sehr klar ersichtlich. Crimmitzschau macht überhaupt den Eindruck eines viel trockeneren und kompakteren Bodens als Werdau, und wenn es auch nicht als ein absolut unempfänglicher Ort bezeichnet werden kann, als was es sich thatsächlich auch nicht gezeigt hat, so findet man doch alle für die lokale Empfänglichkeit massgebenden Momente hier in einem geringeren Grad als in Werdau.

Sonst habe ich vom Standpunkt der örtlichen, zeitlichen und individuellen Disposition aus nichts neues beobachtet. Einige alte Sätze haben in Werdau wieder eine sehr hervorleuchtende Bestätigung erhalten. Wie z. B. die unmittelbare Nähe eines Steilrandes die Zahl der Erkrankungen und Todesfälle zu steigern vermag, hat sich auf dem mittlern Anger gezeigt, während am obern Anger, dem der Steilrand ferner liegt, die Epidemie viel gelinder auftrat. Welchen Unterschied es macht, ob die Häuser einer Strasse in einer Mulde liegen, oder auf einer Schneide stehen, hat sich sehr deutlich an der Bahnhofstrasse und an der Ronneburger Strasse gezeigt. Die beiden Strassen laufen fast parallel bis zu einer gleichen Höhe. Die Ronneburger Strasse geht in einer tiefen Mulde, und hatte zahlreiche Todesfälle; die Bahnhofstrasse führt auf einer Schneide zwischen zwei Mulden, und hatte wohl einige Erkrankungen, aber keinen einzigen Todesfall.

Dass in Werdau die lokale Disposition entschieden stärker als in Altenburg entwickelt war, zeigte sich nicht nur in der grösseren räumlichen Ausbreitung der Epidemie über die ganze Stadt, sondern auch in den ergriffenen Klassen der Bevölkerung. In Werdau ist die Cholera nicht so ausschliesslich wie in Altenburg Krankheit der untersten Klassen geblieben.

In Werdau wurde ich mit einer Einrichtung bekannt, die auch anderwärts Nachahmung verdient. Man begnügte sich nicht damit bloss ein Spital für wirklich Cholerakranke zu errichten, man errichtete auch ein Spital für solche, welche bloss an Diarrhöe litten. In dieses Diarrhöespital wurden sehr viele aufgenommen, aber eine auffallend geringe Zahl (kaum 4 Procent) verfiel in Cholera und wurde von da in's Choleraspital transferirt. Bei der zahlreichen Arbeiterbevölkerung Werdau's liegt allerdings die Vermuthung nahe, dass dieses Observirungsspital von vielen aufgesucht wurde, die vielleicht nicht krank waren, denen es mehr um eine bessere Verpflegung zu thun war, als sie zu Hause hatten. Das verringert aber durchaus nicht den Werth der Thatsache, dass unter den zahlreich hier Zusammenlebenden, von denen doch viele an unzweifelhaften Cholerinen litten, die Cholera sich so selten mittheilte und entwickelte, so dass mit diesem Erfolg keine Behandlung mit Medikamenten zur Verhütung des Uebergangs der Diarrhöen in Cholera wetteifern kann. Bei der Auswahl des Platzes wurde darauf gesehen, ein Gebäude zu finden, welches auf einer Schneide zwischen zwei Abdachungen lag. Wäre man in der Wahl des Platzes unglücklich gewesen, so hätte aus einem solchen Diarrhöespital geradezu ein Infektionsherd der bösartigsten Natur werden können. Da nun das nicht der Fall war, so haben die in der Anstalt Aufgenommenen jedenfalls den grossen Vortheil gehabt, dass sie vielfachen schädlichen Einflüssen entrückt waren, die in ihren Wohnungen auf sie eingewirkt hätten.

Im Flussgebiet der Mulde trat die Cholera zuerst in Zwickau, oder genauer bezeichnet in Marienthal, einem theilweise zu Zwickau gehörigen Dorf, auf. Der Faden der Einschleppung ist bisher mit Bestimmtheit nicht aufgefunden worden, wird aber ohne Zweifel auf Werdau zurückzuführen sein. Marienthal liegt in einer Thal-

mulde, die von einem Bach durchflossen wird. Auf eine dünne Lehmschicht folgt Kiesgerölle, in welchem 12 Fuss unter der Oberfläche des zuerst ergriffenen Hauses Grundwasser steht. Die Landstrasse theilt das Dorf in einen höher und in einen tiefer gelegenen Theil. Alle Cholerafälle, mit Ausnahme eines einzigen, beschränkten sich auf den tiefer gelegenen Theil. In dem andern zeigte sich ein einziger Fall, der auch der einzige in dem betreffenden Hause geblieben ist.

In der Stadt Zwickau selbst beschränkte sich die Cholera auf eine einzige Gasse, auf die Neugasse, und auf wenige Häuser und Fälle in ihr. Diese Gasse liegt auf Kiesgerölle, in welchem Grundwasser in einer Entfernung von 10—12 Fuss unter der Oberfläche steht. Nach einer Mittheilung des Hrn. Medicinalraths Dr. Günther wurde namentlich in dieser Gasse im Frühjahr 1865 ein abnormer Stand des Grundwassers beobachtet, einige Brunnen seien ersoffen, d. h. nahezu mit Wasser angefüllt gewesen. Es scheint mir von grosser Wichtigkeit zu sein, dass die Cholera in dieser Strasse, in der sie doch alle örtlichen Momente des Gedeihens vorfand, sich nur in einem halben Dutzend von Fällen entwickelte. Das Staunen muss sich vermehren, wenn man erfährt, dass in dieser Strasse ein grosses, stark bevölkertes Strafarbeitshaus liegt, welches von Cholera ganz frei geblieben ist. Als die Krankheit in Marienthal aufgetreten war, war man natürlich nicht mehr im Zweifel, dass sie auch nach Zwickau kommen werde, wo sie aller menschlichen Berechnung nach theilweise einen noch viel günstigeren Boden finden würde. Von der Zeit an, wo der erste Cholerafall in Marienthal vorgekommen war, wurde in Zwickau allgemeine und tägliche Desinfektion sämmtlicher Aborte mit Eisenvitriol angeordnet. Das Geschäft wurde nicht den Hauseigenthümern oder Einwohnern überlassen, sondern es wurde vom Magistrat förmlich organisirt und durch Zwickauer Dienstmänner (andern Orts Packträger genannt) unter Respicienz der Organe der Sanitätspolizei gehandhabt. Auch in der Strafanstalt, die eine Bevölkerung von etwa 800 zählt, wurde von diesem Zeitpunkt an die Desinfektion regelmässig und reichlich vollzogen. Man kann wohl nicht umhin, das Freibleiben der Strafanstalt und der meisten übrigen Häuser der Neugasse auf Rechnung der so

frühzeitig und in reichlichem Maass angewandten Desinfektion zu schreiben. Hier fällt das Bedenken weg, welches man gegen die Wirksamkeit der Maassregel und des Verfahrens im Choleraspital zu Altenburg noch gelten lassen musste. Die Neugasse zeigte sich nicht unempfänglich für epidemische Entwicklung, wie die Fälle in den Häusern Nr. 450 und 474 dargethan haben, die man nicht auf Rechnung auswärtiger Choleraherde schreiben kann. Für das Vorhandensein der lokalen und zeitlichen Disposition in der Neugasse sprechen nicht nur die vorgekommenen Fälle, sondern auch Bodenbeschaffenheit und Grundwasserstand. Dennoch blieb die Epidemie — wenn ich mich recht erinnere — auf drei Häuser beschränkt, und das Strafarbeitshaus blieb frei davon, in welchem neben der örtlichen und zeitlichen Disposition auch noch eine sehr entwickelte persönliche vorhanden gewesen wäre.

Das Verhalten der Cholera in Zwickau kann uns nur in der Ueberzeugung bestärken, dass wir mit der Desinfektion praktisch etwas zu leisten vermögen; ich werde desshalb zum Schluss in einem besondern Abschnitt davon handeln.

In Glauchau war die Epidemie eben im Entstehen, als ich dort war. Diese Stadt war schon früher einmal von der Cholera leicht berührt worden, damals aber nur in seinem unteren auf Kies in der Nähe des Flusses gelegenen Theil. Diessmal zeigte sie sich gerade im obern Theil der Stadt auf Lehm. Die Bodenverhältnisse erinnern an Werdau, nur ist die Porosität und die Muldenform viel weniger auffallend. Herr Bürgermeister Martini brachte mich in die von der Cholera ergriffenen Häuser am Zwinger, auf der Hoffnung, in der Leipziger Strasse und auf dem Schlossplatz, am Wehrteich (damals noch der einzige Fall im untersten Theil der Stadt), und orientirte mich auch in der Umgebung. Der sogenannte höhere Theil der Stadt liegt verhältnissmässig wieder tiefer als ein anderer, die Chemnitzer Vorstadt, hinter welcher das Terrain stetig, wenn auch nicht steil ansteigt. Eine lang gestreckte muldenförmige Senkung mündet gerade auf jenen Theil der obern Stadt, in welchem sich die Cholera zuerst ausbreitete. In einer der ergriffenen Strassen war der Boden für Legung einer städtischen Wasserleitung eben bis zu 4 oder 5 Fuss Tiefe aufgegraben. Es zeigte sich wesentlich Lehm,

der sich aber trotz dem vorausgegangenen trockenen Sommer und Herbst in den untern Schichten sehr feucht zeigte, so dass es Herrn Bürgermeister Martini und mir auffiel. Im übrigen hat Glauchau die Bodenverhältnisse wie sie an diesem Abhang des Erzgebirges überhaupt getroffen werden. Die Wasserverhältnisse der verschiedenen Orte sind vorläufig nicht näher untersucht; es lässt sich also nicht angeben, ob darin wesentliche Unterschiede bestehen. Ob der Schneefall im März hier ebenso stark oder geringer als in Zwickau und Werdau war, darüber konnte ich nichts bestimmtes in Erfahrung bringen. Der Reihenfolge nach, wie die meteorologischen Stationen zwischen Dresden und Plauen am Erzgebirge hin ihn beobachteten, muss er wohl etwas geringer als in Zwickau gewesen sein.

Die Zeit reichte mir nicht mehr, um auch noch den südwestlichsten ergriffenen Ort an der Elster, Elsterberg, zu besuchen, wo die Epidemie am 1. Dezember ausgebrochen war. Hr. Medicinalrath Dr. Günther hat aber die Güte gehabt, mir Notizen darüber zu schicken. Die Cholera ist dort wesentlich auf zwei Gassen beschränkt geblieben. „Elsterberg liegt, obwohl ringsum und zum Theil in Elsterberg selbst, Fels zu Tage kommt, doch zum grössten Theil auf durchlässigem Boden, Lehm oder Kiesgerölle; je näher dem Flusse zu, um so weniger mächtig ist die Lehmschichte. Die befallenen Häuser liegen hauptsächlich an der Stelle mit geringerer Mächtigkeit, aber immer noch etwa 40 Fuss über dem Spiegel der Elster. Diese tritt gewöhnlich im Frühjahr aus, und überschwemmt die am Fusse des befallenen Stadttheils gelegenen Wiesen; im vergangenen Frühjahr soll die Ueberschwemmung in Folge des grossen Schneefalls eine ungewöhnlich grosse gewesen sein. Als Trinkwasser benutzen die Einwohner wesentlich Quellwasser, welches in Röhren zugeleitet wird; es soll im Ganzen nur drei gegrabene Brunnen geben; einen habe ich gesehen, er steht zwischen dem befallenen Stadttheil und der Elster, und der Wasserspiegel lag etwa 15 Fuss unter der Oberfläche, aber noch immer einige Ellen über dem Elsterspiegel.“

Herr Medicinalrath Dr. Günther hat somit auch von Elsterberg nachgewiesen, dass sich dort nichts findet, was mit den Ansichten über den wesentlichen Einfluss der Bodenbeschaffenheit und des Grundwassers im Widerspruch stünde.

Zum Schluss komme ich noch meiner Pflicht nach, indem ich den Aerzten und Behörden der von mir besuchten Orte Sachsens für ihre ebenso gründliche und vorurtheilsfreie als freundliche Belehrung und Unterstützung meinen aufrichtigen Dank öffentlich ausspreche.

III.
Ueber Desinfection, als Maassregel gegen Ausbreitung der Cholera.

Unsere Vorstellungen von der Nothwendigkeit und der Wirksamkeit der Desinfection ruhen vorläufig noch auf Voraussetzungen, die allerdings einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit für sich haben. Beobachtungen und Schlussfolgerungen haben uns dahin gebracht, in den Auswurfstoffen von Cholerakranken, oder überhaupt von solchen, welche aus den von Cholera inficirten Orten kommen, einen Stoff anzunehmen, dessen Gegenwart zum Zustandekommen einer Cholerainfection wesentlich ist. Wir glauben aus verschiedenen Gründen, dass dieser Stoff durch eine Art Gährung oder Fäulniss in Wirksamkeit trete, welche in den Excrementen vorgeht, und von da aus vorzugsweise durch die Luft, theilweise auch durch das Trinkwasser zu uns gelange, und wir glauben, diesen einstweilen nicht näher bekannten Vorgang durch Anwendung verschiedener Mittel, durch Desinfection, verhindern oder stören und dadurch unschädlich machen zu können. Wir suchen also ein Ziel gleichsam mit verbundenen Augen zu treffen, und es wäre nicht das erste Mal in solcher Lage, worein uns das praktische Leben so oft, und namentlich auf dem Gebiet der Medicin, versetzt, wenn die Streiche, die am weitesten ausholen und mit dem grössten Aufwand von Kraft geführt werden, am meisten daneben gingen. Ohne Geduld und ohne methodisches Vorgehen ist in solchen Fällen nie ein Erfolg zu hoffen, und alles wird davon abhängen, welchen Standpunkt man sich zunächst wählt, und in welcher Richtung man vorwärts geht. Darüber kann man nun allerdings sehr verschiedener Meinung sein.

Welches die rechten Mittel zur Desinfection seien, darüber können endgültig nur vergleichende Infections- und Desinfectionsversuche an Thieren und Beobachtungen an Menschen entscheiden.

Die Infectionsversuche an Thieren mit den Auswurfstoffen von Cholerakranken sind bisher noch nicht in einem Grad gelungen, dass man den Beweis als vollständig geliefert betrachten könnte. Die besten sind die Versuche von Lauder Lindsay und von Karl Thiersch, und auch gegen diese lassen sich, namentlich was ihre Anwendbarkeit auf die Infectionsweise der Menschen anlangt, noch gewichtige Bedenken erheben. Die Versuche von Thiersch sind dadurch von besonderem und bleibendem Interesse, dass sie zuerst dargethan haben, dass die Excremente und der Darminhalt in verschiedenen Stadien der Zersetzung auf kleine Säugethiere (Mäuse) eine verschiedene Wirkung ausüben, je nachdem diese Stoffe frisch oder mehrere Tage alt sind. Die Stühle von Cholerakranken und der Darminhalt von Choleraleichen zeigten, der freiwilligen Zersetzung überlassen, in den ersten Tagen keine schädlichen Wirkungen auf die Thiere; dann brachten sie eine Reihe von Tagen hindurch Krankheitserscheinungen hervor, und nach einigen Tagen verloren sie diese Eigenschaft und erwiesen sich wieder so unschädlich wie anfangs. Dieser letzte Zeitpunkt trat bei Reiswasserstühlen von Cholerakranken schon nach einer Woche, bei Dünndarminhalt aus Choleraleichen nach zwei Wochen ein. In den Entleerungen von Cholerakranken geht also unverkennbar ein Process vor sich, welcher vorübergehend die Bildung einer gesundheitsschädlichen Materie zur Folge hat. Diese Thatsache behält ihre wesentliche Bedeutung, wenn auch andere als Choleraentleerungen dieselbe Wirkung bei Mäusen hervorbringen sollten.

Neben den Infectionsversuchen an Thieren sind auch Beobachtungen über die Wirkung der Desinfection der Ausleerungen auf die Verbreitung der Cholera unter den Menschen gemacht worden, wenn auch bis jetzt in einer sehr unvollständigen, den Erfolg wenig sichernden Weise. Die öffentliche Gesundheitspflege wird auch künftig in der Desinfection, wenn nicht das einzige, so doch das Hauptmittel zur Verhinderung und Beschränkung der Epidemien erblicken müssen, und der Gegenstand verdient und erregt gewiss auch über die ärztlichen und administrativen Kreise hinaus die Theilnahme des grössern Publikums, und jeder sollte sich bemühen, das Wesentlichste davon so weit als möglich zu verbreiten.

Der Process im Allgemeinen, aus welchem sich die Cholera-Infection ergiebt, und gegen den die Desinfection gerichtet werden soll, muss wohl als eine Art Gährung oder Fäulniss angesehen werden, dafür spricht manche gewichtige Thatsache, und über diesen Punkt wird vorläufig kaum mehr ein ernstlicher Streit entstehen. Viel mehr können die Ansichten darüber auseinander gehen: welches Vorbild der Gährung oder Fäulniss man sich wählen soll, um seine Desinfectionsmittel daran zu prüfen. Auf derselben Grundlage wie ich steht auch der Verfasser eines Artikels über Cholera und Typhus in Nr. 24 der Allgemeinen Zeitung 1866, welcher nur insofern von mir abweicht, als er für das hypothetische Cholera- und Typhus-Ferment eine bestimmtere Gestaltung zu finden sucht. Jeder Versuch in dieser Richtung, der gegen keine Wahrheiten verstösst, und dahin zielt, neue Thatsachen in den Bereich der Beobachtungen zu bringen, ist zu ermuntern, und die Hypothese von Cholera- und Typhus-Sporen und Hefe kann zu schönen Entdeckungen führen; aber sie darf nicht so aufgefasst werden, als wäre die bekannte Bier- und Weinhefe mit ihren bekannten Eigenschaften das allein gültige Vorbild auch für jene unbekannte Gährung oder Fäulniss, die man durch die Desinfection der Excremente bekämpfen will; das hiesse einer vorgefassten Meinung huldigen und den allgemeinen Standpunkt zu Gunsten einer vielleicht gar nicht bestehenden besondern Analogie preisgeben.

Es giebt sehr verschiedene Gährungs- und Fäulnissprocesse, solche welche in sauren, neutralen und alkalischen Flüssigkeiten vor sich gehen, andere, bei welchen die eine oder die andere Reaction der Flüssigkeit Bedingung ist. Die Excremente haben wir wesentlich als ein Gemenge von Harn und Koth anzusehen, deren freiwillige Zersetzung immer mit der Entwicklung einer alkalischen Reaction, mit der Bildung von kohlensaurem Ammoniak einhergeht. Auch die Ausleerungen der Cholerakranken machen davon keine Ausnahme. Sie sind im frischen Zustand meist neutral oder schwach alkalisch, nehmen aber nach kurzer Zeit eine entschieden alkalische Reaction an. Alle Mittel, welche die Excremente verhindern alkalisch zu werden, heben somit den gewöhnlichen Gang ihrer Zersetzung auf.

Ein passendes Vorbild für die wesentliche Zersetzung der Ex-

cremente, wir mögen sie nun Gährung oder Fäulniss nennen, scheint mir das Taurin zu sein, ein schwefelhaltiger Bestandtheil der Galle, dessen Gährung von L. A. Buchner näher studirt und untersucht worden ist. Eine Lösung von Taurin in Wasser mit Gallenblasenschleim als Ferment versetzt gährt nicht, bis man eine gehörige Menge eines alkalischen Salzes, doppelt kohlensaures Natron hinzugefügt, welches für sich allein, ohne Gallenblasenschleim, auch kein Taurin zu zersetzen vermag; aber bei gleichzeitiger Einwirkung entsteht nach einigen Tagen ein faulig ammoniakalischer Geruch, und das Taurin zersetzt sich vollständig zu kohlensaurem Ammoniak, zu schwefligsaurem Ammoniak und zu Aldehyd, welches sofort zu Kohlensäure und Wasser oxydirt wird.

Viele greifen aber, wenn sie sich eine Vorstellung von der Selbstentmischung der Excremente machen wollen, lieber nach andern Vorbildern, und wählen sich anstatt Gallenschleim und Taurin, oder anstatt Blasenschleim und Harnstoff, appetitlichere Gegenstände, z. B. Zuckerwasser, Traubensaft und Bierwürze mit Hefe, oder süsse Mandelmilch mit Amygdalin. Sie sind keinen Augenblick im Zweifel, ob sie in diesen Producten des Pflanzenkörpers, welche zu unserer Nahrung dienen, auch wirklich ein passendes Analogon für die Zersetzungsproducte haben, welche der Thierkörper in seinen Excrementen liefert. Freiherr von Liebig hat schon vor achtzehn Jahren in einem Artikel über Gährung auf den Irrthum hingewiesen, den diejenigen begehen, welche sich unter Gährung nichts anderes, als den Process zwischen Hefenzelle und Traubenzucker vorzustellen wissen. Er hat mit Recht hervorgehoben[1]), „dass man unter den Gährungsprocessen die Alkoholgährung zu ausschliesslich studirt, und aus den dabei wahrgenommenen Erscheinungen zu allgemein geschlossen habe, während die Erklärung der Alkoholgährung aus dem Studium der Gährungserscheinungen im weitern Sinne abzuleiten sei."

Ich huldige ganz entschieden der Ansicht, dass wir unsere Desinfectionsmittel gegen die Cholera nicht darnach wählen und prüfen dürfen, ob sie die Bier- und Weingährung, die Milchsäure- oder die Amygdalin-Gährung aufheben, sondern darnach, ob sie den Eintritt

---

1) Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie, I. Bd.

der ammoniakalischen Zersetzung von Harn und Koth zu verhindern im Stande sind oder nicht. Die Entwicklung von kohlensaurem Ammoniak hat für die freiwillige Zersetzung der Excremente die nämliche typische Bedeutung wie bei der Zuckergährung die Entwicklung von Kohlensäure oder die Bildung von Alkohol. Dies ist ein sehr einfacher Standpunkt, aber er scheint mir vorläufig der einzige gerechtfertigte in der Desinfectionsfrage zu sein. Erst wenn wir uns durch den Erfolg überzeugt haben, dass von diesem Standpunkt aus das Ziel nicht zu erreichen ist, haben wir einen andern zu suchen.

Metallsalze, Mineralsäuren und Carbolsäure sind im Stande, Harn und Koth Monate lang vor ammoniakalischer Zersetzung zu bewahren, dieselben im sauren Zustand zu erhalten. Das sind Thatsachen, welche längst constatirt sind und von jedermann leicht wiederholt constatirt werden können. Es fragt sich zunächst, welche Metallsalze, welche Säuren und in welcher Menge sie verwendet werden sollen. Unter den Metallsalzen gebe ich dem Eisenvitriol aus drei Gründen den Vorzug:

1) erfüllt kein anderes den Zweck besser;
2) gehört es zu den allerbilligsten, und
3) ist es in der grössten, d. i. in hinreichender Menge zu haben, was bei keinem andern Metallsalz der Fall wäre, bei keinem von allen, welche hier in Frage kommen könnten.

Soweit man andere Metallsalze, wie z. B. Manganchlorür, einen Abfall der Chlorkalkfabrikation, oder Zinksalze billig haben kann, können auch diese zum gleichen Zweck wie der Eisenvitriol verwendet werden; es ist aber ein Irrthum zu glauben, dass das eine oder das andere eine *wesentlich* andere Wirkung äussern werde.

Die Menge anlangend, in welcher der Eisenvitriol verwendet werden soll, muss unterschieden werden zwischen Excrementen, welche bereits in ammoniakalische Zersetzung übergegangen sind, und zwischen frischen. Bei einer Abtrittgrube z. B., deren Inhalt bereits in den Zustand der ersteren übergegangen ist, muss so lange Eisenvitriol in concentrirter Lösung zugegeben werden, bis die anfangs nach Ammoniak und Schwefelwasserstoff riechende Flüssigkeit diesen Geruch verliert, was ganz sicher dann der Fall sein wird, wenn der flüssige Inhalt der Grube nach dem Umrühren gelbes Curcumapapier nicht mehr bräunt, sondern blaues Lakmuspapier röthet.

Bei frischen Excrementen genügt eine verhältnissmässig geringe Menge Eisenvitriol sie vor ammoniakalischer Reaction zu bewahren. Man verfährt am sichersten sie zuerst zu desinficiren, ehe man sie in die gewöhnlichen Abtritte schüttet. Ich habe Versuche gemacht, die ergeben haben, dass durchschnittlich $1^1/_2$ Loth oder 24 Gramme Eisenvitriol für eine Person und für einen Tag hinreichend sind. Die Excremente verlieren dadurch allerdings nicht jede Zersetzungsfähigkeit, sowie sie auch nicht allen Geruch verlieren, was übrigens auch durch Manganchlorür, Zinkvitriol, schweflige Säure und Carbolsäure nicht bezweckt werden kann; aber so viel steht vom Eisenvitriol fest, dass er die ammoniakalische Zersetzung der Excremente Monate lang mit Sicherheit verhindert, so dass wir Zeit genug finden sie im sauren Zustand aus der Nähe der menschlichen Wohnungen zu entfernen. Der Geruch lässt sich durch keine Beimischung ganz benehmen, ausser scheinbar durch Stoffe, welche selbst flüchtiger Natur sind, also selbst riechen, und dadurch den Geruch der Excremente verdecken. So scheint Carbolsäure ihnen jeden Geruch zu benehmen, d. h. die flüchtige Säure wirkt so heftig auf unsere Geruchsnerven, dass wir nur noch ihre Gegenwart in der Luft zu unterscheiden vermögen. Es ist der nämliche Fall, als wenn wir mit Wachholderbeeren, die wir auf glühende Kohlen werfen, die Luft eines Krankenzimmers oder durch erhitzten Theer die Luft übelriechender Schiffsräume, oder durch Riechstoffe überhaupt die Luft irgend eines geschlossenen Raums zu verbessern glauben. Diese Verbesserung ist eine Täuschung; sie ist vielmehr eine Verschlechterung der Luft, und wir umnebeln damit bloss die Sinne der Nase, dass dieser Wächter für die Athmungsluft die andern Gerüche nicht mehr wahrnehmen kann, welche sich hinter den stärkeren gleichsam verstecken und nun arglos eingeathmet werden.

Dieses Resultat der Desinfection, die Excremente nicht alkalisch werden zu lassen, sondern sauer zu erhalten, lässt sich allerdings auch mit Mineralsäuren, mit Schwefelsäure, Salzsäure und schwefliger Säure, ebenso mit Carbolsäure erreichen; aber die Anwendbarkeit dieser Mittel ist aus verschiedenen Gründen, gegenüber der des Eisenvitriols, nur eine sehr beschränkte. Giesst man Schwefel- oder Salzsäure zu Excrementen, welche bereits in ammoniakalische Zer-

setzung übergegangen sind, so entwickelt sich viel Kohlensäure und Schwefelwasserstoff daraus, und namentlich die Entwicklung des letztern muss man mit aller Sorgfalt zu verhindern trachten, welchem Zweck der Eisenvitriol vollkommen entspricht. Ausserdem greifen die Mineralsäuren alle Gegenstände von Eisen und Zink, mithin auch eiserne Abtrittröhren, zinkerne Rinnen und Behälter, namentlich aber auch den Mörtel der Abtrittgruben, es mag Cement- oder Luftmörtel sein, stark an, und neutralisiren sich damit, was der Eisenvitriol nicht zu thun vermag. Die Entwicklung von Schwefelwasserstoff aus altem Grubeninhalt wäre bei Anwendung von schwefliger Säure allerdings nicht zu besorgen, da sich Schwefelwasserstoff und schweflige Säure gegenseitig zu Schwefel und Wasser zersetzen, die schweflige Säure somit ein ausgezeichnetes Mittel zur Zerstörung von Schwefelwasserstoff ist; da aber die Zerstörung des Schwefelwasserstoffs nicht das einzige und jedenfalls nicht das wesentliche Ziel der Desinfection ist, welche die Gegenwart überschüssiger Säure erfordert, so müssten auch bei der ausschliesslichen Anwendung dieser Säure die Nachtheile zum Vorschein kommen, welche die Anwendung der Mineralsäuren überhaupt unvermeidlich mit sich bringt. Im neutralisirten Zustand, als schwefligsaures Salz, ist die schweflige Säure ganz unwirksam, und vermag in diesem Zustand den Eintritt der ammoniakalischen Zersetzung, sowie die Entwicklung von Pilzen, die Gährung von Zucker mit Hefe u. s. w. nicht im mindesten aufzuhalten; im Gegentheil scheint sie begünstigend darauf zu wirken. Harn mit schwefligsaurem Natron versetzt, welches etwas überschüssige Säure enthält, dann mit etwas kohlensaurem Natron neutralisirt und mit Essigsäure wieder schwach angesäuert, wird stets um mehrere Tage früher alkalisch als derselbe Harn ohne allen Zusatz. Dieses Resultat kann nicht im mindesten überraschen, da man bereits aus den Untersuchungen von L. A. Buchner weiss, dass bei der Gährung des Taurins der ganze Schwefelgehalt desselben, der 25 Procent beträgt, in der Form von schwefligsaurem Natron erscheint, während sich zugleich kohlensaures Ammoniak bildet. Die Gegenwart eines schwefligsauren Salzes kann mithin niemals als ein Hinderniss der ammoniakalischen Zersetzung von Harn und Koth angesehen werden, nur die freie schweflige Säure

wirkt, und auch diese nicht mehr und in keinem höhern Grad als jede andere freie Mineralsäure, als z. B. Schwefelsäure und Salzsäure auch.

Trotzdem aber wird der freien schwefligen Säure immer noch eine Stelle unter den Desinfectionsmitteln gesichert bleiben, weil sie leicht flüchtig ist, weil sie leicht in Gasform erhalten werden kann, z. B. durch Verbrennen von Schwefel, durch Uebergiessen von schwefligsauren Salzen (z. B. von billigem schwefligsaurem Kalk) mit concentrirter Schwefelsäure oder Salzsäure. Wo wir befürchten müssen, eine Stelle mit flüssigen Desinfectionsmitteln nicht mehr erreichen zu können, z. B. bei schwer zugänglichen hohlen, klüftigen Objekten, wie manche Abtritträume, Zimmerböden, hölzerne Leibstühle u. s. w. sind, da ist die schweflige Säure an ihrem Platz, solche Objekte schwefelt man aus. Wo wir die Flüssigkeiten nicht mehr hinbringen können, dort wird die gasförmige schweflige Säure noch hinzudringen vermögen. Zur Desinfection von Wäsche und Kleidern eignet sich die schweflige Säure mindestens eben so gut wie Chlorkalk, ohne so zerstörend auf die Stoffe zu wirken.

Auch die Carbolsäure (Frankfurter Kreosot) vermag bereits in verhältnissmässig sehr geringer Menge die Excremente vor ammoniakalischer Zersetzung zu schützen, und hat als organische Säure manche Nachtheile nicht, welche die Anwendung von Mineralsäuren mit sich bringt. Sie greift, bei der Verdünnung, in der sie angewendet wird, Eisen und Zink kaum, den Mörtel nur sehr unbedeutend an, und hat das angenehme, den Geruch der Excremente vollständig zu verdecken. Man riecht allerdings dafür Carbolsäure, aber in einer Verdünnung, dass sie kaum jemanden belästigen wird. Als allgemeines Desinfectionsmittel, wie den Eisenvitriol, kann man sie allerdings nicht betrachten, theils weil sie nicht in gehöriger Menge zu haben und zu theuer ist, theils weil sie zur Desinfection des bereits alkalisch gewordenen und Schwefelammonium enthaltenden Inhalts der Gruben dem Eisenvitriol nachstehen muss. Soweit aber der Vorrath auf dem Markt reicht, soweit der Preis nicht massgebend ist, und soweit ihre Anwendung dem Zweck entspricht, bleibt sie immer ein sehr schätzbares Mittel. Ihre Anwendung geschieht in wässeriger Lösung. Ein Theil löst sich in etwa 20 Theilen Wasser.

$^1/_4$ Liter (nahezu ein bayerischer Schoppen) dieser gesättigten Lösung ist durchschnittlich hinreichend, um die täglichen Excremente von 4 Personen, bis zu ihrer Entfernung aus der Nähe der Wohnungen, vor fauliger Zersetzung zu bewahren.

Wenn das von mir aufgestellte Princip der Desinfection, die Excremente so lange in saurer Reaction zu erhalten und vor dem Eintritt der ammoniakalischen Zersetzung zu bewahren, bis sie aus der unmittelbaren Nähe unserer Wohnungen entfernt werden — ich sage, wenn diese Maassregel die Entwicklung der Choleraursache, soweit sie überhaupt in den Excrementen liegt, nicht verhindert, dann sind wir schlimm daran, und wir müssen auf ganz neue Mittel sinnen. Alle bisher empfohlenen und angewandten sind dann ebenso ungenügend wie der Eisenvitriol.

Die Ausschliesslichkeit, mit welcher die Zucker- und Amygdalingährung in den meisten Köpfen auch die Vorstellungen über die Fäulniss der Excremente beherrscht, mag bei manchem schon die irrthümliche Meinung hervorgerufen haben: er sei im Besitz wirklich anwendbarer Mittel zur gänzlichen Zerstörung jedes organischen Processes. Aber diese Meinung beruht sicherlich auf einer Täuschung, von der man sich durch einfache Experimente und mikroskopische Betrachtungen leicht befreien kann. Man kann sich leicht überzeugen, dass die Mittel, mit welchen man den Cholerakeim oder das Choleraferment zu zerstören hofft, nicht einmal hinreichen dem Emulsin oder der Hefenzelle etwas anzuhaben, obschon das eine und das andere bei der Wahl der Desinfectionsmittel zum Ausgangspunkt gedient hat. Wenn man die Milch von süssen Mandeln zuerst mit sehr verdünnter schwefliger Säure und dann mit feingeriebenem Amygdalin versetzt, so kann man die Mischung tagelang stehen haben, ohne dass sich ein Geruch nach Bittermandelöl entwickelt. Das kann zur Meinung verleiten: man habe das Ferment zerstört. Sobald man aber die Flüssigkeit so weit mit einigen Tropfen kohlensauren Natrons neutralisirt, dass die saure Reaction verschwindet, tritt das Ferment fast augenblicklich in Wirksamkeit, und es entwickelt sich der Geruch nach Bittermandelöl.

Wenn man fünf Grammen Bierhefe in einem halben Litre Wasser vertheilt und 15 Kubikcentimeter einer wässrigen gesättigten

Carbolsäurelösung hinzufügt, so riecht die Flüssigkeit, lose bedeckt an der Luft stehend, monatelang nach Carbolsäure. Nachdem der Geruch endlich verschwunden, giesse man das Wasser vom Bodensatz ab, und betrachte diesen unter dem Mikroskop Man wird fast nur ausgezeichnet conservirte Hefenzellen wahrnehmen, die an ihrer Fähigkeit, eine Zuckerlösung in Gährung zu versetzen, nicht das mindeste eingebüsst haben, und sich in dieser Hinsicht genau so verhalten, wie frische Hefenzellen. Die verdünnte Carbolsäure ist somit ein ausgezeichnetes Conservirungsmittel für Hefenzellen.

Traubenzuckerlösung und Bierhefe, welche mit einer gleichen Gewichtsmenge einer gesättigten Lösung von schwefligsaurem Natron versetzt worden ist, gährt nicht, wenn etwas schweflige Säure im Ueberschuss vorhanden ist. Das ist aber nur eine Wirkung der in geringer Menge vorhandenen Mineralsäure, und nicht die Wirkung des schwefligsauren Salzes. Dass auch hier keine Zerstörung des Ferments stattfindet, zeigt sich sofort, wenn man eine solche Mischung, nachdem sie mehrere Tage, ohne zu gähren, gestanden hat, mit kohlensaurem Ammoniak neutralisirt, und dadurch selbst etwas alkalisch macht. Die Gährung geht dann lebhaft vor sich, als hätte man Traubenzuckerwasser eben mit frischer Bierhefe zusammengebracht.

Abgesehen also von dem Mangel jeder Berechtigung den Cholerakeim in den Excrementen mit der Hefenzelle oder dem Emulsin zu identificiren, haben wir auch nicht das mindeste Recht zu schliessen, dass die Sistirung von Gährungserscheinungen in einzelnen Fällen ihren Grund in einer Zerstörung der gährungerregenden oder der gährungfähigen Stoffe habe.

Selbst die Siedhitze vernichtet nicht unter allen Umständen alle Fermente. Dies geht namentlich aus dem Verhalten eines Ferments hervor, welches Karl Schmidt in Dorpat in dem Blut und in den Ausleerungen Cholerakranker entdeckt hat, welches auf Amygdalin ebenso wie das Emulsin der Mandeln wirkt. Wenn man einen solchen Reiswasserstuhl auch kocht, so büsst er sein Vermögen mit Amygdalin nach einiger Zeit, den Geruch nach Bittermandelöl zu entwickeln, doch nicht ein.

Hüten wir uns also vor zwei Fehlern, die jeden Fortschritt im

Erkennen hemmen oder ganz dem Zufall preisgeben würden, nämlich alles auf einmal probiren zu wollen, oder uns lediglich von einer falsch verstandenen Analogie leiten zu lassen. Einen festen Standpunkt gewährt uns nur die Thatsache, dass die Excremente bei ihrer gewöhnlichen freiwilligen Zersetzung stets alkalisch werden. Wir müssen annehmen, dass alle Mittel, welche die Excremente verhindern in eine alkalische Reaction überzugehen, ihren Zersetzungsprocess in einer ganz wesentlichen Weise abändern. Es ist nicht nur möglich, sondern vorläufig auch sehr wahrscheinlich, dass diese wesentliche Abänderung des Zersetzungsprocesses im allgemeinen auch die Entwicklung des besondern Infectionsstoffs der Cholera und seines Uebergangs in die Luft verhindern werde. Es ist abzuwarten, welchen praktischen Erfolg man von diesem Standpunkt aus erreichen kann.

Um aber eines Ergebnisses der Desinfection überhaupt sicher zu sein, muss man diesen Standpunkt in seiner ganzen Consequenz erfassen und zur Geltung bringen. Man gibt oft, ohne es zu ahnen, diesen Standpunkt in demselben Augenblick wieder auf, in welchem man ihm zu huldigen glaubt. Wer z. B. einen Cholerastuhl mit Eisenvitriol oder mit schwefliger Säure desinficirt, und ihn dann in eine Abtrittgrube giesst, deren Inhalt bereits ammoniakalisch geworden ist, der opfert ganz fruchtlos Geld und Mühe. Solange der Inhalt der Grube alkalisch reagirt, solange z. B. die schweflige Säure oder eine andere Mineralsäure vom kohlensauren Ammoniak in der Grube neutralisirt wird, so lange wird die ammoniakalische Zersetzung auch der frischen Excremente in der gewöhnlichen Zeit eintreten und ungehindert fortgehen. Die Gegenwart von schwefligsaurem Ammoniak, überhaupt von schwefligsauren Salzen, hindert, wie schon erwähnt, die gewöhnliche alkalische Zersetzung nicht im mindesten. Wie oft mag bei dem gewöhnlichen Verfahren der Desinfection darauf Rücksicht genommen worden sein, ob der Inhalt der Grube, in welche man die verdächtigen Ausleerungen brachte, alkalisch oder sauer reagirte?

Nicht selten benützt man auch ein alkalisches Desinfectionsmittel, den Chlorkalk, ja manchmal combinirt man Eisenvitriol und Chlorkalk, die sich dann nutzlos gegenseitig zersetzen und neutra-

lisiren, wenn nicht eines davon in bedeutendem Ueberschuss angewendet wird. Wie leicht kann es kommen, dass man gerade so viel Chlorkalk in eine durch Eisenvitriol bereits saure Grube wirft, dass sie wieder alkalisch wird, wodurch die ammoniakalische Zersetzung des Inhalts nur unterstützt wird!

Es ist eine wichtige Frage für den Erfolg oder Nichterfolg der Desinfection, sie mag mit was immer für Mitteln vorgenommen werden, wann sie zu erfolgen, wann man damit in einem Haus, in einer Ortschaft zu beginnen hat. Die Desinfection ist keine sanitarische, sondern eine prophylaktische Maassregel. Wenn sich die Cholera in einem Haus einmal so weit entwickelt hat, dass ein Bewohner desselben unzweideutig davon ergriffen wird, dann ist es für die übrigen in der Regel ziemlich gleichgültig, ob darnach desinficirt wird, oder nicht; denn die Gelegenheit, welche dem ersten erkrankten Bewohner den Infectionsstoff mitgetheilt hat, ist zur selben Zeit durchschnittlich für alle vorhanden gewesen, und es wird nur noch auf die individuelle Disposition und auf die Dauer des Incubationsstadiums ankommen ob und wann sie erkranken. Die Desinfection hat in diesem Fall dann nur einen Werth für den künftigen Verkehr, den andere mit diesem Hause haben werden, nicht aber für diejenigen, welche ihn bereits gehabt haben. Wie bei solcher Gelegenheit die Bewohner eines solchen Hauses inficirt worden sind, noch bevor sich ein deutliches Symptom der Krankheit unter ihnen zeigte, ebenso können die Besucher den Keim daraus bereits in ihre Wohnungen getragen haben, wo er sich, der lokalen und individuellen Disposition entsprechend, entwickeln wird, oder nicht. Wenn man nun mit der Desinfection in diesem Haus wieder wartet, bis sich eine Erkrankung in ihm zeigt, welche einen Arzt herbeiführt, so ist es nicht nur wieder für die Einwohner dieses Hauses, sondern bereits auch wieder für alle jene zu spät, welche einstweilen nähern Verkehr mit ihm gepflogen haben. Wie man die Sache bisher angegriffen hat, ist die Desinfection in den ergriffenen Ortschaften der Cholera auf dem Fuss gefolgt, anstatt dass sie ihr vorausgeeilt wäre. Die einzigen mir bekannt gewordenen vollständigen Ausnahmen von dieser Regel sind das Choleraspital in Altenburg und die Stadt Zwickau, wo die Desinfection

mit Eisenvitriol wirklich prophylaktisch, rechtzeitig und allgemein angewendet worden ist, wo sie aber auch — namentlich in Zwickau — einen kaum in Abrede zu stellenden Erfolg gehabt hat. — Das Ergebniss von Zwickau ist jedenfalls derart, dass es gewissenlos wäre, in dieser Richtung nicht weiter fortzufahren.

Weil die Desinfection in den einzelnen Häusern als eine prophylaktische Maassregel aufzufassen ist, so muss man sich fragen: wann die Einwohner eines Orts mit derselben zu beginnen, und wie lange sie dieselbe fortzusetzen haben. Das ist eine wichtige Frage, auf die man vorläufig noch keine so bestimmte Antwort geben kann, die man aber doch erörtern muss, um bessere Antworten darauf hervorzurufen, als im Augenblick nach dem Stande der gegenwärtigen Untersuchungen gegeben werden können. Das einfachste wäre, überall in Europa systematisch und allgemein zu desinficiren, so oft sich die Cholera unsern Grenzen nähert. Ich selbst habe im Jahre 1855, in meinem Buch über die Verbreitungsart der Cholera, dazu gerathen; ich hatte damals noch keinen Anhaltspunkt für die zeitliche Disposition gefunden, der Gedanke vom Einfluss des Grundwassers entstand in mir erst zu Anfang des Jahres 1856 bei der geographischen Zusammenstellung der bayerischen Orts-Epidemien. Abgesehen von der Unmöglichkeit das für eine ganz allgemeine gleichzeitige Desinfection nöthige Material zu beschaffen, erscheint dieser Standpunkt auch nicht mehr gerechtfertigt, insofern uns die Erfahrung bereits gelehrt hat, dass bei weitem nicht alle Orte für die Cholera empfänglich sind, und dass auch die empfänglichen Orte es nicht zu jeder Zeit sind. Die Lehre von der örtlichen und zeitlichen Disposition erlangt dadurch eine sehr grosse praktische Bedeutung.

Seit Jahren bin ich nun bemüht gewesen, charakteristische Kennzeichen für die örtliche und zeitliche Disposition aufzufinden, worüber ich in frühern Arbeiten berichtet habe, und ich glaube mich nicht zu irren, wenn ich annehme, dass die Forschungen in diesen beiden Richtungen nicht mehr stillstehen werden, wenn auch ich dieselben nicht mehr fortsetzen könnte, und wenn auch viele meiner Voraussetzungen sich als Irrthum erweisen sollten. Was die lokale Disposition, den Einfluss der Bodenverhältnisse im allgemeinen anlangt,

so werden mehrere von mir aufgestellte Sätze bereits ziemlich allgemein als erwiesen angenommen. Die Anfangs sehr zahlreichen Gegenbeweise (ich erinnere nur an das Auftreten der Cholera in Kienberg und auf dem Karst und in Krain) sind allmählich weniger geworden und in immer grössere Fernen gerückt. Die Gegner meiner Sätze haben sich bereits in die arabische Wüste, auf ferne Inseln, nach Hinter-Indien zurückgezogen, überhaupt auf Punkte, die noch von keinem auf die von mir als wesentlich bezeichneten Verhältnisse genauer untersucht worden sind. Ich wünsche sehr, dass dies geschehen möchte, oder dass ich selbst Zeit und Gelegenheit fände, die nöthigen Untersuchungen vorzunehmen. Ich zweifle keinen Augenblick, dass auch in der weitesten Ferne sich alles genau so verhalten werde, wie in unserer unmittelbaren Nähe.

Für die zeitliche Disposition habe ich die Wasserverhältnisse der porösen Bodenschichte als maassgebend angenommen, die sich in einem Alluvialboden, wie wir ihn z. B. in München haben, am sichersten im Stand unserer Brunnen aussprechen. Ich habe namentlich die Zeit des Zurückgehens von einer ungewöhnlichen Höhe als die Zeit der Gefahr bezeichnet, und bisher habe ich noch keine Thatsache constatiren können, die mich belehrt hätte, dass ich mich auf einem Irrweg befinde. Namentlich hat mich das heurige, inselartige Auftreten der Cholera in Sachsen, auf einem verhältnissmässig so schmalen und kurzen Streifen am Abhang des Erzgebirges, und im Gegensatz dazu das Freibleiben anderer Gegenden, z. B. von München, in meinen Ansichten wesentlich bestärkt, und ich bin fest überzeugt, dass ich mich auf dem rechten Weg befinde.

Ich bin auch von Anfang an in meinem festen Glauben an den Einfluss des Grundwassers nicht allein gestanden; für jeden, der sich näher und eingehender mit der Sache befasst, hat sie sofort eine sehr grosse, ich möchte sagen natürliche Wahrscheinlichkeit. Griesinger schrieb schon vor zehn Jahren in seinem Werk über Infectionskrankheiten: „Neuestens ist eine Hypothese hinsichtlich des Zusammenhangs zwischen Wechselfieber und Cholera aufgestellt worden, die bis jetzt noch nicht hinreichend thatsächlich begründet ist, aber äusserst wahrscheinlich einen der Punkte trifft, auf die es ankommt. Die Annahme eines nähern Connexes ist unabweisbar,

und die empirische Prüfung der Pettenkofer'schen Hypothese der grössten Beachtung bei künftigen Epidemien werth." Diese vom lautersten wissenschaftlichen Interesse eingegebene Empfehlung Griesingers hat meiner Sache bis jetzt allerdings wenig Vorschub geleistet; aber in neuester Zeit beginnt man angesichts des drohenden Feindes doch an einigen Orten mit Grundwasserbeobachtungen. Jeder Freund der Forschung wird auch dafür dankbar sein, obschon er bedauern muss, dass man sich so und so viele Jahre entgehen liess, mit denen man jetzt vergleichen könnte.

Das Studium des Verlaufs der meteorischen Wasser im Boden ist eine interessante und wichtige Aufgabe, zu deren künftiger Lösung sich wohl die Meteorologie und die Geognosie vereinigen werden. Auch die Medicin muss sich mit ihrem praktischen Interesse dabei betheiligen. Dann wird man daraus die grössten Vortheile ziehen, man wird dann angeben können, zu welcher Zeit die Disposition für Cholera an einem Ort gegeben ist, und wann nicht. Im erstern Fall werden alle disponirten Orte systematisch und ernstlich desinficiren, im zweiten Fall können sie sich Mühe und Kosten sparen, und können ruhig schlafen, wenn ihnen die Cholera auch bereits auf einen Eisenbahntagmarsch und näher herangerückt ist. In München hätten wir uns die Mühe der Desinfection sparen können, denn Niemand wird behaupten wollen, dass wir verschont geblieben sind, weil unsere Desinfection so rechtzeitig und ausgezeichnet organisirt gewesen und gehandhabt worden ist. Ich habe übrigens, ohne selbst eine wesentliche Gefahr für heuer zu erblicken, Jedermann, der desinficiren wollte, dazu gerathen, weil es sehr wichtig ist, dass das Publikum sich überhaupt mit der Sache vertraut macht und weil es auch sonst nur nützlich sein kann. Bis zur nächsten Heimsuchung durch die Cholera werden wir hoffentlich so glücklich sein, allgemein einen richtigen Standpunkt in der Frage der Desinfection eingenommen zu haben, was gegenwärtig leider noch nicht der Fall ist.

Vergleichung der Schwankungen der Regenmengen mit den Schwankungen in der Häufigkeit des Typhus in München.

Von

Ludwig Seidel.

(Zusammengestellt im Sommer 1865.)

In einem früheren Aufsatze[1]), welcher an eine Untersuchung von Buhl anknüpft und zu näherer Begründung des Hauptresultates derselben beizutragen bestimmt ist, habe ich erörtert, dass während der letzten 9 Jahre hier in München die gleichzeitigen Schwankungen der Zahlen, welche einerseits den Stand des Grundwasser-Niveaus, andrerseits die Frequenz der im Krankenhause constatirten Typhusfälle ausdrücken, sehr überwiegend in dem Sinne stattgefunden haben, dass sie die Auslegung zulassen, die vergrösserte Wassermenge in dem lockeren Boden gebe ein Hinderniss ab für die Entwicklung irgend eines in demselben verlaufenden Prozesses, der die Häufigkeit der Erkrankungen veranlasst oder mitbedingt. Wenn man diese Erklärungsart der constatirten Thatsache als eine Hypothese betrachtet, welche weiter zu verfolgen und dadurch zu prüfen wäre, so führt ihre Consequenz auf den Gedanken, es müsse auch das durch atmosphärische Niederschläge der Erde zugeführte Wasser, noch ehe es, durch Verdunstung vermindert, in allmählichem Versickern sich mit dem Grundwasser vereinigt hat, eine analoge Wirkung ausüben, — das heisst, es müsse auch eine Verminderung der Typhusfrequenz zur Zeit verstärkter Regenmenge, und also eine relative Erhöhung der ersteren in aussergewöhnlich trocknen Monaten sich in den Zahlen nachweisen lassen.

---

1) Jahrgang I., Heft 3 des Journales für Biologie.

Die Frage, ob ein Einfluss solcher Art zu erkennen sei, hat Buhl bereits in seinem Aufsatze im ersten Hefte des ersten Jahrganges dieser Zeitschrift, p. 6 f., berührt. Ohne gewisse Anzeichen zu verkennen, welche in dem angedeuteten Sinne liegen, ist er doch in der Hauptsache zu einem negativen Resultate gelangt, zu welchem ihn theils die Betrachtung einzelner auffälliger Thatsachen, theils die Zusammenstellung der Jahressummen der Niederschläge mit den entsprechenden Anzahlen der Typhustodesfälle im Krankenhause geführt hat. Ich gestehe, dass ich dies vorläufige Ergebniss nicht für entscheidend halte. Einzelne Facta, welche etwa nicht in dem erwarteten Sinne liegen, können hier nicht die Unrichtigkeit einer aufgestellten Hypothese erweisen. Denn von vornherein muss angenommen werden (wie ich dies am Schlusse meines ersten Aufsatzes erörtert habe), dass die Zahlen, welche die Häufigkeit des Typhus ausdrücken, wenn man ihrer Entstehung nachgehen könnte, gewiss als Functionen von mehr als Einer Variabeln sich erweisen würden: es kann daher zu irgend einer Zeit die Wirkung, welche das Wachsen oder Abnehmen einer einzigen unter denselben ausüben würde, aufgehoben und selbst überkompensirt sein durch entgegengesetzt wirkende Veränderungen der anderen. Das einzige Mittel, um solchen die Betrachtung störenden Einflüssen auszuweichen, bietet (in Ermangelung des hier nicht anwendbaren Experimentes) die consequente Untersuchung der Gesammtheit eines ausgedehnten Materiales dar, und zwar desshalb, weil man nur, wenn viele Einzeldata zugleich in Betracht gezogen werden, zu der auf die Gesetze der Wahrscheinlichkeit begründeten Erwartung berechtigt ist, dass die unerkannten Ursachen, deren schwankender Einfluss für uns als störende Zufälligkeit erscheint, von einem gewissen mittleren Verhalten aus bald auf die eine, bald auf die andere Seite ihr Gewicht gebracht haben, und im grossen Durchschnitt die constante Einwirkung, welche studirt werden soll, unverhüllt hervortreten lassen. Ich werde daher im Folgenden die für unsere Frage vorliegenden numerischen Data einer systematischen Diskussion unterziehen.

Buhl hat bereits (a. a. O.) die Zahlen für die Höhe der Niederschläge in den einzelnen Monaten nach den durch Dr. Ph. Carl

ihm mitgetheilten Aufzeichnungen der k. Sternwarte angeführt: es sei erlaubt, sie hier zu reproduciren, weil alles Nachfolgende auf ihnen beruht.

Tafel 1.

Höhen der Niederschläge in Pariser Linien.

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septbr.	October	Novbr.	Decbr.
1856	23,77	9,39	4,29	18,94	30,19	74,40	37,10	18,84	22,12	7,68	57,04	18,78
1857	10,06	2,65	23,14	23,14	40,09	36,16	22,51	56,11	35,18	8,09	18,74	7,83
1858	8,48	9,23	12,20	35,08	36,60	31,30	67,83	32,18	39,38	39,11	22,64	17,29
1859	8,53	10,56	27,50	44,26	33,11	47,45	32,73	51,65	57,71	22,02	31,15	14,79
1860	28,30	18,50	13,53	12,90	45,66	71,25	60,98	47,39	49,92	27,92	11,21	24,08
1861	27,55	3,40	30,56	9,80	44,75	74,03	54,01	32,59	28,18	4,48	27,10	14,59
1862	40,12	20,27	21,80	31,37	34,60	54,63	43,23	51,05	28,45	27,98	9,28	21,53
1863	20,52	6,82	15,05	19,09	52,97	56,75	54,79	33,28	35,91	13,05	21,91	14,51
1864	8,56	12,50	24,66	18,96	44,92	69,90	—	—	—	—	—	—

Wenn man hier zuerst für alle gleichnamigen Monate die arithmetischen Mittel ableitet, und dieselben, ganz ebenso wie ich in Taf. 3 meines ersten Aufsatzes bei den betr. Grundwasser-Zahlen gethan habe, zusammenstellt mit den zu den gleichen Monaten gehörigen Durchschnitts-Ziffern für die „Typhus-Morbilität"*), so erhält man folgende kleine Tafel:

Tafel 2.

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septbr.	October	Novbr.	Decbr.
Typhus-Morbilität	14,1	12,0	6,9	5,2	5,2	6,0	4,8	6,8	4,2	7,6	12,2	13,1
Mittl. Menge der Niederschläge	19,54	10,37	19,19	23,73	40,32	57,32	46,65	40,39	37,17	18,79	24,88	16,67

und man erkennt zunächst, was bereits Buhl erwähnt hat, dass im Allgemeinen die grossen Zahlen der einen Reihe mit den kleinen

*) D. h. mit den Mortalitätszahlen wie sie jedesmal für den nächstfolgenden Monat notirt sind.

der anderen coincidiren, sowie denn die Monate Mai bis September, in welchen die durchschnittliche Regenmenge das allgemeine Mittel 29,‴58 übertrifft, zugleich die wenigsten Typhus-Erkrankungen darbieten.

In derselben Weise kann man zweitens mit der ganzen Quantität der Niederschläge, die auf ein bestimmtes Jahr treffen, die Anzahl der für dasselbe vorliegenden Erkrankungsfälle vergleichen. Man erhält die folgende

Tafel 3.

	1855	1856	1857	1858	1859	1860	1861	1862	1863	1864
Typhus-Morbilität	65*)	105	138	127	73	29	60	107	122	121
Quantität der Niederschläge.	362,4	322,5	283,7	341,3	381,5	411,6	351,0	384,3	344,6	

Auch hier ist ein correspondirender Gang der beiden Zahlenreihen in so fern nicht zu verkennen, als, mit Ausnahme einer einzigen Stelle, dem Wachsen der Ziffern in der einen ein Sinken in der anderen entspricht, und umgekekrt; die extremen Werthe coincidiren in beiden, und zwar in den Jahren 1857 und resp. 1860. Allerdings können die Zahlen der einen nicht einfach als Functionen von denen der anderen angesehen werden: denn je zweien wenig unter sich verschiedenen Ziffern der einen findet man nicht immer auch in der anderen zwei ähnliche Zahlen entsprechend; aber diese Thatsache hat nichts Unerwartetes, da man ja zu der Voraussetzung ohnedies genöthigt ist, dass die Morbilitäts-Ziffern gleichzeitig von mehreren Variabeln abhängen. Die Betrachtungen, zu welchen unsere Tabelle 3 Veranlassung giebt, sprechen jedenfalls eher zu Gunsten der Hypothese, als dass sie dieselbe wiederlegten. Wenn

*) Das Jahr 1855 musste für meine Untersuchung im Allgemeinen bei Seite gelassen werden, weil mir für dasselbe die Zahlen der Typhusfälle nicht, wie für die Folgenden, nach Monaten gesondert vorliegen. Die hier oben angeführte Gesammtzahl 65 entnehme ich aus Buhl's Aufsatz, p. 2; sie repräsentirt aber eigentlich die Mortalität, nicht die Morbilität jenes Jahrgangs. Wegen des Unterschiedes zwischen diesen beiden sind die weiteren Zahlen meiner Tafel 3 nicht identisch mit denjenigen in Buhl's Zusammenstellung a. a. O.

Buhl, p. 7 u. 8 seines Aufsatzes, zu einem entgegengesetzten Resultate gelangt ist, so rührt dies grösstentheils daher, dass er dort die Mortalitäten und nicht die Morbilitäten der einzelnen Jahrgänge zur Vergleichung gezogen hat. Obgleich beiderlei Ziffern sich, für die ganzen Jahrgänge, nur dadurch unterscheiden, dass z. B. für 1856 bei Buhl die Sectionen von Januar 1856 mitgerechnet werden, während diese in unserer Zählung, als von Erkrankungen des December 1855, herrührend, weggelassen sind, und dafür diejenigen von Januar 1857 hinzukommen, so verschieben sich doch in Folge dieser Verschiedenheit Maxima und Minima, weil gerade der Januar im Allgemeinen hohe Ziffern der Typhus-Todesfälle und deshalb auch starke Schwankungen in denselben darbietet*). In Zusammenhang mit dieser Wahrnehmung drängt sich aber die Bemerkung auf, dass überhaupt die Vergleichung der Zahlen, welche ganzen Jahrgängen zugehören, sich wenig eignet, einen Prüfstein für die aufgeworfene Hypothese abzugeben. Denn die Höhe der Jahresziffern für die Niederschläge wird hauptsächlich bedingt von den grossen und stark veränderlichen Beiträgen, welche die Regengüsse der Sommermonate (Juni, Juli, August) liefern; bei den Typhusfällen aber geben im Gegentheil die Zahlen der Wintermonate so gut wie allein den Ausschlag. Die Jahressummen auf der einen und auf der anderen Seite repräsentiren also, ihren Hauptbestandtheilen nach, keine gleichzeitigen Vorgänge, und es scheint mir in der That wahrscheinlich, dass die Correspondenz, welche man dennoch in dem Gange beider Reihen bemerkt, mehr auf Rechnung der Wirkung zu setzen ist, welche das atmosphärische Wasser, Monate nachdem es gefallen, als ein Bestandtheil des Grundwassers ausübt, als dass sie für einen directen Effect der mehr trockenen oder mehr nassen Saison zu halten wäre.

Die Vergleichung der Zahlen aus Tab. 3 lehrt uns also nur, dass die von Jahr zu Jahr fortschreitenden Aenderungen, wie sie in den beiderlei Vorgängen beobachtet worden sind, der aufgestellten Hypothese durchaus nicht widersprechen; für die positive Begrün-

*) Der Winter 1860/1, auf welchen Buhl l. c. speciell aufmerksam macht, ist derjenige, welchem die grösste Quantität der Niederschläge vorausging.

dung der letzteren kann sie wenig gelten. Mit der Zusammenstellung des mittleren jährlichen Ganges in Tab. 2 verhält es sich aber ähnlich, wiewohl aus anderer Ursache; denn diese lässt in beiden Reihen hauptsächlich einen starken Contrast zwischen Winter und Sommer erkennen, der nichts Auffallendes hat, auch wenn man die Vorstellung eines Connexes zwischen den beiden Phänomenen nicht annimmt. — Ich habe diese beiden sich zunächst darbietenden Vergleichungen vornehmlich desshalb gegeben, damit es nicht scheine, als ob sie in der Untersuchung umgangen worden seien: zu einem mehr entscheidenden Aufschluss über die Sache führt die Anwendung derselben Methode, welche ich zu ganz analogem Zwecke in meinem ersten Aufsatze aufgestellt habe, und die, wie man es kurz ausdrücken kann, auf der „Elimination der jährlichen Periode" aus den gesammelten Zahlendaten beruht.

Wenn man nämlich die Grösse bildet, um welche sich, in einem ganz bestimmten einzelnen Monat, die für denselben erhobene Ziffer (sei es der Niederschläge oder der Typhusfälle) unterscheidet von dem Durchschnittswerthe, der für alle ebenso benannten Monaten aus den verschiedenen Jahrgängen sich ergiebt, so ist diese Differenz offenbar eine den concreten Einzelmonat als solchen unterscheidende Grösse, und soweit entfernt, für alle gleichnamigen Monate ähnliche Werthe zu haben (also eine jährliche Periode aufzuweisen), dass vielmehr an ihr positive und negative Vorzeichen mit ganz gleichem Rechte auftreten und in der aus allen Monaten gleichen Namens gezogenen Summe sich mathematisch aufheben müssen. Indem man an so gebildeten Differenzen die Abzählung macht, erfährt man, ob z. B. in solchen Januaren, für welche die Niederschlagsmenge unter der mittleren blieb, überwiegend oft ein Plus an Erkrankungen, gegen die mittlere Anzahl derselben im Januar, vorgekommen ist, und ob der entgegengesetzte Krankenstand als der vorherrschende in den Januaren entgegengesetzten meteorologischen Verhaltens sich nachweisen lässt (so wie Beides von der zu prüfenden Hypothese gefordert wird), — und so ferner für alle übrigen Monate: kurz man erfährt, wie viele unter den einzelnen Monaten der Beobachtung sich vorfinden, in welchen der wirklich erhöhte oder verminderte Stand der Erkrankungen im Sinne des Indiciums liegt,

welches, der Hypothese nach, aus der verringerten oder vermehrten Quantität der meteorischen Niederschläge zu entnehmen sein würde.

In der nachfolgenden Tafel 4, ganz analog der Tafel p. 229 meines ersten Aufsatzes, sind die soeben erklärten Differenzen zusammengestellt. Die durch stärkere Schrift ausgezeichnete untere der beiden für jeden Monat jeden Jahres angesetzten Ziffern ist dieselbe, welche man an der gleichen Stelle in der früheren Tafel findet; sie drückt aus, je nachdem sie positiv oder negativ ist, den Ueberschuss oder den Defect in der Zahl der verzeichneten Typhusfälle, verglichen mit der demselben Abschnitt des Jahres im Durchschnitt entsprechenden Ziffer. Die darüber stehende Zahl ist die Differenz zwischen der beobachteten Menge der Niederschläge (Zahl aus Taf. 1) als Subtrahend und der dem gleichnamigen Monat im Mittel zukommenden Quantität derselben (Zahl aus Taf. 2)*) als Minuend. Diese Ziffer zeigt also, wenn sie positiv ist, eine geringere als die durchschnittliche Menge der Niederschläge an: ich habe die Zeichen desshalb so gewählt, damit hier, wie in meinem ersten Aufsatze, die Uebereinstimmung der Vorzeichen der beiden beisammen stehenden Zahlen den Fall constituire, welcher im Sinne der zu prüfenden Hypothese spricht, und welcher im Folgenden (analog wie schon in meinem ersten Aufsatze geschehen) als Fall A der Kürze wegen bezeichnet werden mag; der ent-

*) Es ist richtig, die Niederschlags-Zahlen für die einzelnen Monate zu vergleichen nicht mit den allgemeinen Mitteln, die in München für die gleichnamigen Monate gelten, sondern mit den speciell aus den Beobachtungsjahren hergeleiteten ähnlichen Mitteln. Denn die correspondirende Vergleichung der Typhuszahlen kann dermalen, wegen mangelnder Kenntniss allgemeiner giltiger Ziffern, nur auf diese letztere Art angestellt werden. — Eine kleine Incongruenz, die dadurch herbeigeführt wird, dass bei der Bildung der Monatsmittel für die Typhus-Frequenz in meinem ersten Aufsatze noch 8 Monate beigezogen worden sind, für welche uns dermalen die Niederschlagsziffern nicht vorlagen, und die darum sonst aus der gegenwärtigen Untersuchung wegbleiben, habe ich abzustellen nicht der Mühe werth erachtet: sie hat übrigens die Folge, dass in Tafel 4 die Zahlen der unteren Reihe sich nicht so genau, wie die der oberen, in jeder Columne aufheben. — Ich habe auch für jetzt unterlassen, an den Zahlen der Erkrankungen eine Reduction wegen Zunahme der contribuirenden Bevölkerung innerhalb des Zeitraums der Beobachtungen anzubringen; sie wird erst indicirt sein, wenn die Aufzeichnungen sich über eine längere Epoche erstrecken.

gegengesetzte Fall, in welchem die beiden Vorzeichen verschieden sind, und also der hypothetische Zusammenhang nicht wahrzunehmen ist, soll Fall B genannt werden.

Tafel 4.

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septbr.	October	Novbr.	Decbr.
1856	− 4.2 + 4	+ 1.0 − 1	+ 14.9 + 5	+ 4.8 + 1	+ 10.1 0	− 17.1 − 1	+ 9.5 + 2	+ 21.6 + 2	+ 15.1 + 5	+ 11.1 0	− 33.1 − 2	− 2.1 − 8
1857	+ 9.5 + 1	+ 7.8 − 1	− 3.9 − 1	+ 0.6 + 1	+ 0.2 + 6	+ 21.1 − 1	+ 24.1 − 2	− 15.7 0	+ 2.0 + 1	+ 10.7 + 7	+ 6.2 + 11	+ 8.9 + 18
1858	+ 11.3 + 13	+ 1.2 + 20	+ 7.0 + 6	− 11.3 + 4	+ 3.7 + 1	+ 26.0 + 1	− 21.2 − 1	+ 8.2 − 2	− 2.2 + 1	− 20.3 − 2	+ 2.3 − 7	− 0.6 − 5
1859	+ 11.0 − 8	− 0.2 − 2	− 8.3 − 5	− 20.6 − 2	+ 7.2 − 1	+ 9.9 0	+ 13.9 − 1	− 11.2 + 2	− 20.5 0	− 3.2 + 2	− 6.2 − 4	+ 1.9 − 6
1860	− 8.8 − 10	− 8.1 − 6	+ 5.7 − 1	+ 10.8 − 3	− 5.4 − 4	− 14.0 − 6	− 14.4 − 2	− 7.0 − 5	− 12.7 − 4	− 9.1 − 5	+ 13.7 − 12	− 7.3 − 11
1861	− 8.0 − 12	+ 7.0 − 11	− 11.4 − 4	+ 13.9 − 4	− 4.4 − 5	− 16.7 − 2	− 7.4 − 2	+ 7.8 + 1	+ 9.0 0	+ 14.3 − 6	− 2.2 + 3	+ 2.1 + 4
1862	− 20.6 + 5	− 9.9 − 1	− 2.6 − 4	− 7.7 − 1	+ 5.7 + 1	+ 2.7 + 2	+ 3.4 + 2	− 10.6 − 2	+ 8.8 0	− 9.2 0	+ 15.6 + 3	− 4.8 + 4
1863	− 1.0 − 1	+ 3.6 − 3	+ 4.1 − 3	+ 4.6 + 2	− 12.7 + 4	+ 0.6 + 2	− 8.2 − 2	+ 7.1 + 4	+ 1.3 0	+ 5.7 + 5	+ 3.0 + 5	+ 2.2 + 11
1864	+ 11.0 + 4	− 2.1 + 5	− 5.5 + 6	+ 4.7 + 4	− 4.6 0	− 12.6 + 5						

Da die Zahlen dieser Tafel Bestandtheile von jährlicher Periode nicht mehr enthalten können, so muss das Zusammentreffen einer positiven oder negativen Ziffer in der einen Reihe mit einer gleichartigen oder entgegengesetzten in der anderen als etwas rein Zufälliges erscheinen, soferne nicht zwischen den beiden Naturvorgängen, auf welche sie sich beziehen, ausser einer gemeinsamen Abhängigkeit von der Jahreszeit, noch irgend eine andere Verbindung besteht. Nun enthält die eine wie die andere Reihe sehr nahe ebenso viele positive als negative Glieder (eine einfache Folge der Art, wie dieselben gebildet sind); es wird also, wenn der Zufall die Sache ordnet, ebenso leicht sich ereignen, dass ein Plus in der ersten Reihe (d. h. eine verminderte Quantität der Niederschläge)

zusammenfällt mit einem Plus in der zweiten (vergrösserten Zahl der Erkrankungen), als dass es mit einem Minus in der letzteren coincidirt, — und vollkommen ebenso wird es sich verhalten, wenn in der ersten Reihe ein Minus steht. Also werden auch die beiden Fälle zusammen, in welchen gleiche Zeichen in beiden Reihen auf einander treffen, wesentlich dieselbe Wahrscheinlichkeit haben, wie die beiden Fälle zusammen, in welchen die zwei Zeichen entgegengesetzt sind*), — und man wird folglich zu erwarten haben, wenn zwischen dem Gang der dargestellten Grössen keine Abhängigkeit besteht, dass im Grossen ungefähr ebenso oft eine Coincidenz gleicher Zeichen zwischen den zwei zu einem Monat gehörigen Zahlen sich ergeben wird, als ein Gegensatz ihrer Vorzeichen. — Anders stellt sich aber die Sache, wenn ein physikalischer Zusammenhang, etwa im Sinne der Eingangs formulirten Hypothese, zwischen den beiden Naturvorgängen besteht. Unter dieser Voraussetzung muss in einem Monat, dessen Niederschlags-Quantum das durchschnittliche der Jahreszeit entsprechende übertraf, oder welchem in unserer Tafel ein Minus bei der oberen Zahl zugehört, leichter ein Minus als ein Plus an Erkrankungsfällen sich ergeben, und entgegengesetzt in einem Monat von entgegengesetztem Verhalten; es wird also die Kategorie A von Fällen, in welchen zwei gleiche Zeichen der Tabelle auf einander treffen, wahrscheinlicher als die Kategorie B, in welcher das Gegentheil stattfindet, und man muss jetzt erwarten, im Grossen unseren Fall A in der Häufigkeit des Vorkommens vor Fall B bevorzugt zu finden. Welcher von beiden Annahmen der wirkliche Sachverhalt entspricht, kann durch eine einfache Abzählung der Fälle A und B in unserer Tabelle festgestellt werden; es ist jedoch klar, dass nur dann mit einiger Bestimmtheit gegen die erstere von beiden ausgesagt wird, wenn das Uebergewicht der Anzahl der Zeichencoincidenzen über die Anzahl der Gegensätze sich als bedeutend ergiebt. Denn eine geringe Ueberzahl kann, ebenso leicht für Fall A als für Fall B, durch blossen Zufall noch

*) Nimmt man genaue Rücksicht auf die Anzahl der zweierlei Zeichen in beiden Reihen, so wird die Wahrscheinlichkeit eines Zusammentreffens gleicher Zeichen = 0,4977, diejenige des Gegensatzes = 0,5023 gefunden. Die Differenz zwischen diesen beiden Brüchen ist für unsere Betrachtung völlig irrelevant.

leicht hervorgebracht werden, auch wenn in der Natur der eine mit dem anderen gleiche Wahrscheinlichkeit hat. Die Frage aber, wann ein vorgefundenes Uebergewicht von Fällen der einen Art, zusammengehalten mit der ganzen Anzahl der Daten, für gering zu erachten sei, und wann für bedeutend, — überhaupt, wie viel Werth man auf dasselbe zu legen habe, — kann nicht entschieden werden nach subjectivem Urtheil eines Einzelnen oder Mehrerer, sondern allein nach mathematischer Diskussion, nämlich zufolge der Anwendung der Gesetze der Wahrscheinlichkeiten auf den besonderen Fall. Durch bekannte und berühmte Sätze gibt die Theorie der Probabilitäten darüber Aufschluss, in welchem Maasse bei der zunehmenden Grösse des einseitigen Uebergewichts die Wahrscheinlichkeit abnimmt*), dass es durch blossen Zufall, bei wirklicher Gleichheit der beiderseitigen Chancen, so hoch angewachsen sei. Ergiebt sich also durch die Anwendung dieser „Gesetze der grossen Zahlen" die Wahrscheinlichkeit einer zufälligen Entstehung des vorgefundenen Ausschlages als eine sehr kleine, alsdann ist diese Art der Erklärung zu verwerfen. Dagegen wird man bei derselben, als der einfachsten, einstweilen stehen bleiben, wenn man es thun kann, ohne zu der Voraussetzung einer ganz seltsamen Art von Zufallswirkung genöthigt zu sein, d. h. wenn der Zahlenwerth für die so eben erwähnte Wahrscheinlichkeit nicht als ein sehr kleiner erfunden wird. Man könnte noch die Frage aufwerfen, welche Probabilitätswerthe für sehr klein zu halten wären und welche nicht mehr; indessen ist eine nähere Explication hierüber unnöthig, weil in Betreff aller Hauptmomente der Untersuchung, mit welcher wir uns hier beschäftigen, die Resultate so ausfallen, dass kein Zweifel ihretwegen entstehen kann.

Wenn man in unserer Tafel 4 die Fälle abzählt, und dabei, sowie auch in meiner früheren Abhandlung geschehen, jeden, der wegen einer auftretenden Null unentschieden ist, ein halb mal auf jeder Seite rechnet, so findet man den Fall A der Uebereinstim-

*) Sie nimmt ab nach immer rapiderem Verhältniss, wie die in Betracht gezogene Ungleichheit mehr und mehr über gewisse Schranken wächst, die absolut um so weiter, relativ aber um so enger gesteckt sind, je grösser die ganze Anzahl der vorliegenden Fälle ist.

mung beider Zeichen im Ganzen 67 mal, Fall B ihres Gegensatzes 35 mal vertreten. Das heisst: bei einer Quantität der Niederschläge, welche die durchschnittliche des entsprechenden Monates übersteigt, trifft man nahezu doppelt so oft eine Depression als eine Erhöhung (relativ gegen das mittlere Verhalten im gleichen Monat) in der Anzahl der Typhuserkrankungen an, und umgekehrt findet man in einem mehr als gewöhnlich trockenen Monat die Zahl solcher Erkrankungen nahe doppelt so oft über als unter dem mittleren Werthe. Das Vorherrschen der Fälle der Art A über diejenigen der Art B ist zwar nicht völlig so stark, wie es bei der Vergleichung der Schwankungen des Grundwassers mit denjenigen in der Häufigkeit der Typhusfälle gefunden wurde, aber das Verhältniss kommt dem dort gefundenen (von 73,5 Fällen A gegen 34,5 der Art B) sehr nahe, und weicht von einer gleichheitlichen Vertheilung in viel zu ausgesprochener Weise ab, als dass man den Ausschlag auf Rechnung der Zufälle setzen könnte, von welchen unsere Zahlen mit afficirt sind. In Folge der Abzählung ergiebt nämlich die Anwendung desselben Satzes der Wahrscheinlichkeits-Rechnung, welchen ich schon in meiner ersten Abhandlung benützt habe, eine Probabilität von 0,999574 gegen 0,000426, oder von 2350 gegen Eins, zu Gunsten der Annahme, dass in der Natur Fall A sich überhaupt leichter ergiebt, als Fall B. Umgekehrt: wüsste man im Voraus, dass in der Wirklichkeit beide Fälle gleich möglich wären, so würde die Wahrscheinlichkeit dafür, dass der Zufall keine so starke Ungleichheit zu Gunsten der Art A herbeiführen würde, nach dem Bernoulli'schen Satze sich stellen wie 1300 gegen Eins.

In der That ist das Vorherrschen des ersteren Falles ein so entschiedenes, dass man, um es zu erkennen, durchaus nicht eine grosse Anzahl von einzelnen Monaten, z. B. alle die hundert und zwei, welche unsere Tabelle enthält, zusammen zu nehmen braucht. Ueberblickt man nur immer die je 12 Monate eines einzelnen Jahres, oder auch nur immer die je 8 oder 9 gleichnamigen Monate, welche von den Beobachtungen umfasst werden, so begegnet man schon, mit ganz einzeln stehenden Exceptionen, demselben Vorherrschen.

Man findet nämlich:

Tafel 5.

	Fall A.	Fall B.
1856	9 mal	3 mal
1857	8,5 „	3,5 „
1858	8 „	4 „
1859	5 „	7 „
1860	9 „	3 „
1861	7,5 „	4,5 „
1862	9 „	3 „
1863	8,5 „	3,5 „

Tafel 6.

	Fall A.	Fall B.
Januar	6 mal	3 mal
Februar	4 „	5 „
März	6 „	3 „
April	6 „	3 „
Mai	6 „	3 „
Juni	6,5 „	2,5 „
Juli	6 „	2 „
August	5,5 „	2,5 „
September	5 „	3 „
October	5 „	3 „
November	5 „	3 „
December	6 „	2 „

Rechnet man endlich alle die 55 Monate zusammen, in welchen die Niederschläge unter den entsprechenden Mitteln blieben (oder für welche die obere Zeile in Tafel 4 ein + aufweist), so haben sie zusammen 78 constatirte Typhusfälle mehr ergeben, als dem Durchschnitt ebenso vieler gleichnamiger Monate entsprochen hätten, und dagegen haben 47 Monate bei einer Quantität der Niederschläge, welche die mittlere überstieg, zusammen für das Krankenhaus 77 Typhus-Todesfälle weniger nach sich gezogen, als nach dem Durchschnitt ebenso vieler gleichnamiger Monate sich dort würden ergeben haben.

Nach jeder der bisher erörterten Beziehungen scheint, wie man sieht, eine verstärkte oder verminderte Menge der atmosphärischen Niederschläge ganz analoge Folgen zu haben, wie ein erhöhter oder vertiefter Stand des Grundwassers. Nur um Weniges stehen die Ausschläge der Zahlen zu Gunsten der Hypothese, wie sie in unserer dermaligen Untersuchung zum Vorschein kommen, zurück hinter den ähnlichen, welche sich in meinem ersten Aufsatze ergeben haben. Durchläuft man mit dem Auge in unserer Tafel 4 die Reihe der positiven und negativen Zahlen, welche in der Zeile für

die Niederschläge verzeichnet sind, so wird man auf den Gedanken geführt, dass dieser Unterschied seinen Grund hauptsächlich darin haben mag, dass in der Häufigkeit des Typhus die Veränderungen langsamer vor sich gehen, und die ganze Erscheinung einen Charakter grösserer Stetigkeit darbietet, vermöge dessen sie den zahlreichen Wechseln trockner und nasser Monate nicht so genau nachgeht, wie den viel langsameren Schwankungen des Grundwassers. Man findet in der That in der Reihe unserer Zahlen für die Niederschläge 48 mal Sprünge von Minus auf Plus oder umgekehrt, neben 53 Folgen zweier gleichen Zeichen; dagegen kommen in der Reihe für die Morbilität nur 30,5 Zeichenwechsel auf 70,5 Folgen gleicher Zeichen*), und in derjenigen für den Gang des Grundwassers (s. die letzte Tafel meines ersten Aufsatzes) sogar nur 14 Wechsel gegen 95 Zeichenfolgen vor. Uebrigens ist es klar, dass dieser Unterschied in dem Charakter der von uns betrachteten Vorgänge nicht der Annahme entgegensteht, dass der eine zum Theil von dem andern regulirt wird, sowie es ja gar keinem Zweifel unterliegen kann (und auch an unseren Zahlen leicht nachzuweisen wäre), dass die vornehmste Ursache der Niveau-Schwankungen des Grundwassers wirklich bei den meteorischen Niederschlägen zu suchen ist. Die ersteren stellen, wenigstens ihrem Hauptbestandtheile nach, eine Art von Integral-Wirkung der letzteren dar, in welcher ältere und neuere Zuflüsse (überdies auch die einzelnen Contingente eines grösseren Terraingebietes) sich summiren, und die plötzlichsten Incremente durch verzögernde Hindernisse vertheilt und ausgeglichen werden. Eine ähnliche die grössten Ungleichheiten verwischende Ansammlung wird auch in der Einwirkung der atmosphärischen Niederschläge auf die Häufigkeit des Typhus zu erwarten sein, vorausgesetzt, dass eine solche Wirkung im Sinne der zu prüfenden Hypothese überhaupt besteht; denn wenn eine verstärkte Quantität atmosphärischen Wassers in den Boden gelangt ist, so werden die Folgen dieses Umstandes, ceteris paribus, so lange sich geltend

*) Wo eine Null steht, ist in unserer Zählung das arithmetische Mittel aus den Resultaten genommen, die man erhält, wenn man die Null Einmal als positiv, das andere Mal als negativ ansieht.

machen, als jenes Quantum, allmählich durch Verdunstung und seitliches Ablaufen vermindert und endlich in seinem Reste mit dem Grundwasser vereinigt, noch in merklichem Grade beiträgt die Feuchtigkeit der wirksamen Bodenschichten zu erhöhen. Mit gleichem Rechte kann eine entgegengesetzte Nachwirkung aussergewöhnlicher Trockenheit noch fühlbar sein, wenn bereits die meteorologischen Verhältnisse geändert sind. Um zu untersuchen, ob derlei positive oder negative Einflüsse auf die Häufigkeit der Erkrankungen von Seiten der atmosphärischen Niederschläge über den Monat, dem sie angehören, hinaus in unseren Zahlen sich erkennen lassen, habe ich, analog der Tafel 4, zwei andere Tabellen gebildet, und in der einen das Plus oder Minus in der Typhus-Morbilität eines jeden Monats verglichen mit dem Defect oder Ueberschuss an Niederschlägen im nächstvorhergehenden Monat: in der zweiten ganz ähnlich mit dem Ausschlag der Niederschläge in dem abermals um eine Stelle vorangehenden Monat. Ich setze diese Tafeln nicht her, da Jedermann sie aus der Tafel 4 durch Verschiebung der einen Zeile gegen die andere sogleich ableiten kann; das Resultat der Abzählung ist in allen Stücken der eben erörterten Vorstellung entsprechend; man findet nämlich auch in den neuen Tafeln den Fall A (Uebereinstimmung der in beiden Reihen jetzt zusammentreffenden Vorzeichen) entschieden häufiger vertreten als den entgegengesetzten B; in der ersten von beiden stehen die Zahlen wie 62 gegen 41, in der zweiten noch sehr ähnlich, wie 60,5 gegen 42,5. Da das Uebergewicht der Fälle A, obgleich wesentlich kleiner als in Tabelle 4, doch auch hier viel zu gross ist, um auf Rechnung des Zufalls gesetzt werden zu können*), so stellt sich also heraus, dass die vortheilhafte Nach-

*) Angenommen, Fall A und B wären an sich gleich wahrscheinlich, so dass der Zufall allein den einen oder anderen herbeiführen würde, so könnte man allerdings nicht erwarten, unter 103 Fällen im Ganzen, jeden von beiden gerade 51,5 mal zu finden; es wird sich vielmehr eine Ungleichheit herausstellen. Aber der Bernoulli'sche Satz lehrt, dass die Entstehung einer Ungleichheit, welche diejenige von 54,92 gegen 48,08 überschreitet, schon aufhört, wahrscheinlich zu sein; und eine solche Ungleichheit, welche die eben angedeutete so stark überschreitet, wie dem Mittel unserer beiden Abzählungen entspricht, hat, selbst abgesehen davon, dass sie im voraus erwarteten Sinne liegt, a priori nur die Wahrscheinlichkeit 0,0547, d. h. sie wird, wenn sie durch Zufall entstehen soll, unter Fällen 18 nur einmal herbeigeführt werden.

wirkung besonders nasser, und die unvortheilhafte besonders trockner Abschnitte des Jahres sich auf zwei Monate hinaus deutlich verfolgen lässt. Zum Theil rührt übrigens dies ohne Zweifel auch daher, dass die Erkrankung selbst in einer Anzahl von Fällen um mehr als einen Monat von dem Tode zurückdatirt. Diese Ursache für sich würde, wenn unsere am Anfang formulirte Hypothese statthaft ist, gleichfalls einen Zusammenhang der nachgewiesenen Art zwischen den Zahlen erwarten lassen.

Wenn man die beiden Zeilen der Tafel 4 jetzt im entgegengesetzten Sinn um eine Stelle gegen einander verschiebt (nämlich die untere, relativ gegen die obere und gegen den Kopf der Tafel, nach rechts), so treffen die Mortalitäts- (nicht mehr Morbilitäts-) Ziffern eines jeden Monats mit den für den gleichen Monat giltigen Niederschlags-Ziffern zusammen. Wenn man hier wieder abzählt, so findet sich Fall A 58.5 mal, B 43.5 mal. Das Vorherrschen des ersteren ist also hier bei Weitem nicht mehr so prononcirt, wie es bei der directen Abzählung an Tafel 4, d. h. bei der Vergleichung der Sterblichkeitsziffern eines jeden Monats mit den meteorologischen Verhältnissen des vorausgehenden sich ergab (dort 67 gegen 35). Mit diesen letzteren zeigt sich folglich die jedesmalige Typhus-Mortalität enger verknüpft, als mit denjenigen des Monats, auf welchen sie selbst trifft, so dass sich in den Zahlen deutlich ausspricht, was Buhl nach der Erfahrung der Pathologen angenommen hatte, dass die Einwirkung auf den Organismus, welche schliesslich einen Typhus-Todesfall nach sich zieht, in der Mehrzahl der Fälle einer Zeit angehört, die um etwa vier Wochen von dem Lebensende zurückliegt. Diese Thatsache hätte sich nicht mit gleicher Entschiedenheit durch die Zahlen constatiren lassen, welche die Schwankungen des Grundwasser-Niveaus anzeigen; denn da die letzteren, wie vorhin erwähnt, bei weitem nicht so häufigen Wechseln unterliegen, wie die Zahlen für die atmosphärischen Niederschläge, so wird durch ihre Verschiebung um eine Stelle vor- oder rückwärts viel weniger am Conspect der Tafel verändert.

Wir werden hernach sehen, dass ungeachtet der grossen Veränderlichkeit in den meteorologischen Verhältnissen doch Zeitabschnitte von längerer Dauer nicht zu verkennen sind, innerhalb

deren der Charakter entweder der Nässe oder der Trockenheit der dominirende ist, und also in der betreffenden Zahlenreihe in Tab. 4 die Vorzeichen der einen Art das Uebergewicht behaupten. Diese Bemerkung könnte auf den Gedanken führen, dass vielleicht die Verbindung, welche zwischen den Typhus-Morbilitätszahlen eines gewissen Monats und den Niederschlagsmengen auch noch der beiden vorausgehenden sich erkennen liess, nicht so sehr in einer thatsächlich fortdauernden Wirkung der letzteren ihren Grund hätte, als vielmehr in der Aehnlichkeit, die zwischen den meteorologischen Verhältnissen des kritischen Monates selbst und denjenigen der nächstvorhergehenden häufig stattfindet. Wie viel Antheil etwa dieser Umstand an der anscheinenden Ausbreitung der im Sinne unserer Hypothese gelegenen Wirkung über mehrere Monate haben mag, kann man erfahren, wenn man um eine weitere Stelle im entgegengesetzten Sinne die eine unserer Zahlenreihen gegen die andere verschiebt; so nämlich, dass z. B. das Niederschlagsquantum des Februar mit der Typhus-Mortalität des Januar (oder nach unserer Rechnung Morbilität des vorausgegangenen December) zusammengehalten wird. Rückwirkung vom späteren Monat auf den früheren ist völlig undenkbar; findet sich also in der abermals vorzunehmenden Abzählung der Fall A der Coincidenz gleicher Zeichen in beiden Reihen noch immer überwiegend, und zwar in solchem Grade, dass die Annahme blossen Zufalles allzu unwahrscheinlich wird, so muss hierin der Effect erkannt werden, in Betreff dessen unsere Frage gestellt ist.

Der Befund ist folgender: Nach der gedachten Verschiebung der Zahlen treffen 56,5 mal gleiche, und 44,5 mal entgegengesetzte Vorzeichen in den beiden Reihen auf einander. Wenn der Zufall allein die Entscheidung gäbe, so hätte man jeden der beiden Fälle ungefähr gleich oft, also etwa 50,5 mal zu erwarten, jedoch nicht in dem Sinne, dass die ganz gleiche Austheilung wahrscheinlich wäre, sondern nur so, dass stark davon abweichende sehr unwahrscheinlich werden. Die Anwendung des schon weiter oben benutzten Bernoulli'schen Satzes*) ergiebt, dass Ungleichheiten, die geringer

*) Wenn nämlich p und q (in unserem Falle nach der augenblicklichen Annahme beide $= \frac{1}{2}$) die Probabilitäten zweier Ereignisse A und B vorstellen, so wird

sind, als diejenige von 53,9 gegen 47,1, mit ebenso viel Recht hier zu erwarten stehen, als die stärkeren; und eine Ungleichheit der Vertheilung, die nicht geringer ist als die von uns wirklich gefundene, hat a priori noch die Wahrscheinlichkeit 0,235 für sich, d. h. sie wird im Durchschnitt nahezu unter vier Fällen einmal vom Zufall wirklich herbeigeführt werden. Man sieht also, dass das Ergebniss der letzten Abzählung sich noch ziemlich plausibler Weise auf Rechnung des Zufalles allein setzen lässt, oder dass der Umstand, dessen möglichen Einfluss wir untersuchen wollten, da wo er allein neben dem Effecte des Zufalls wirkt, nicht mit einiger Bestimmtheit erkannt werden kann. Die viel entscheidenderen Ungleichheiten, welche wir zuvor angetroffen haben, sind also nicht auf die eben versuchte Art zu erklären, sondern man muss in ihnen ein Fortbestehen der Wirkung des Ueberschusses oder Defectes an Niederschlägen jedes Monats auf längere Zeit hinaus wirklich angezeigt halten.

Sollte übrigens ein Unkundiger auf die Vorstellung gerathen, dass die Zahlen unserer Tafel, ungeachtet ihrer wechselnden Vorzeichen, durch irgend eine seltsame Beschaffenheit überhaupt immer den Fall der Coincidenzen gleicher Zeichen als vorherrschend ergeben, wie man auch die beiden Reihen gegen einander verschieben mag, so ist es leicht, das Gegentheil, auch abgesehen von allen theoretischen Betrachtungen, durch den Versuch zu erweisen. Die auffallenden Ungleichheiten in der Häufigkeit der Fälle A und B verschwinden sofort, und an ihre Stelle tritt eine solche Austheilung, wie sie da, wo der Zufall herrscht, zu erwarten ist, sobald die Verschiebung der beiden Reihen so vorgenommen wird, dass keine physikalische Verbindung zwischen je zwei nunmehr auf einander treffenden Zahlen bestehen kann. Um dies an einem speciellen

unter einer ganzen Anzahl N von Fällen die Anzahl derjenigen, in welchen A sich begiebt, dann mit gleicher Wahrscheinlichkeit innerhalb und ausserhalb der zwei Grenzen $pN \pm \varepsilon\sqrt{2pqN}$ fallen, wenn ε den Werth hat 0,4769360. Für irgend einen anderen Werth von ε findet sich die Wahrscheinlichkeit, dass jene Anzahl zwischen die gedachten Schranken fällt, ausgedrückt durch das Integral der Grösse $\frac{2}{\sqrt{\pi}} e^{-tt}$, nach t genommen zwischen den Grenzen o und ε. Für die numerische Rechnung können die Tafeln I. oder II. bei Encke, astron. Jahrbuch für 1834 dienen.

Beispiel darzulegen, habe ich eine cyklische Verschiebung der ganzen Zeilen unserer Tafel 4 vorgenommen, in solcher Weise, dass ich jetzt mit den Typhuszahlen von 1856 die Niederschlags-Zahlen des folgenden Jahres 1857, mit jenen von 1857 die von 1858 etc., endlich mit den Typhuszahlen von 1864 die Niederschlagszahlen von 1856 zusammenhielt. (Der Ausfall von 6 Zahlen wegen der zu 1864 noch nicht benützten Niederschlagsziffern des zweiten Halbjahres traf also nach dieser Anordnung nunmehr auf die vorletzte Jahres-Zeile: die Typhuszahlen für Juli bis December des Jahres 1864 finden sich abgedruckt in der letzten Tafel meiner ersten Abhandlung.) Die Art, wie jetzt positive und negative Vorzeichen in beiden Reihen auf einander fallen, muss den Charakter des rein Zufälligen darbieten, weil ja die Bestandtheile jährlicher Periode aus den Zahlen unserer Tabelle (durch die Subtraction der Monats-Mittel) eliminirt sind, und irgend ein anderer physischer Connex zwischen den jetzt auf einander treffenden nicht denkbar ist. Also wird man, da in jeder unserer beiden Reihen die Zeichen + und — wesentlich gleich oft vorkommen, jetzt nicht mehr, wie zuvor, den Fall der Coincidenz zweier gleichen Zeichen stark vorherrschend über den anderen antreffen dürfen; im Gegentheil ergiebt eine leichte Ueberlegung, dass, gerade weil jener Fall in der ursprünglichen Anordnung ein entschiedenes Uebergewicht hatte, in der neuen ein geringes Ueberwiegen des entgegengesetzten das wahrscheinlichere ist*). In der That findet man nach unserer Ver-

---

*) Man denke sich neben einander gestellt zwei Folgen, jede m Zeichen + und n Zeichen — in verschiedener Ordnung enthaltend, und nehme an, dass die eine gegen die andere auf alle Arten cyklisch verschoben werde. Da hiebei jedes Zeichen + der ersten nach und nach mit jedem gleichen der zweiten einmal und nur einmal zusammentrifft, und ähnlich bei den Minuszeichen, so ergeben sich in Allem $m^2 + n^2$ Coincidenzen gleicher Zeichen, und nach ähnlicher Betrachtung $2mn$ Fälle des Zusammentreffens verschiedener Zeichen. Enthält nun die erste Stellung beider Reihen schon M Coincidenzen und N Gegensätze der Zeichen (wo $M + N = m + n$), so bleiben für alle übrigen zusammen noch übrig $m^2 + n^2 - M$ Coincidenzen und $2mn - N$ Gegensätze: zusammen noch $(m + n)^2 - (M + N) = (m + n)(m + n - 1)$ Fälle. Die Wahrscheinlichkeit, dass in irgend einer der verschobenen Stellungen an einem durch Zufall gewählten Ort eine Coincidenz gefunden wird, wird also sein $\frac{m^2 + n^2 - M}{(m + n)(m + n - 1)}$, und für das Gegentheil $\frac{2mn - N}{(m + n)(m + n - 1)}$.

schiebung den Fall A 46,5 mal, Fall B 55,5 mal vertreten. Die Ungleichheit ist hier so gering, dass das Entstehen einer nicht kleineren durch blossen Zufall, auch wenn in der neuen Anordnung beide Fälle gleich probabel wären, nach dem schon oft citirten Bernoulli'schen Satze unter acht ähnlichen Abzählungen im Durchschnitt dreimal zu erwarten wäre; übrigens trifft sie nach Sinn und Grösse fast genau mit dem überein, was als das Wahrscheinlichste, zufolge unserer Anmerkung, schon im Voraus sich darstellt. Man sieht, dass die Ergebnisse der Abzählung alsbald den Charakter des Gesetzmässigen verlieren und den des Zufälligen annehmen, sowie man die Zusammenstellung der Zahlen so einrichtet, dass nur noch die Willkühr des Zufalles, ohne denkbare physikalische Verbindung, sie zu Paaren gruppirt. Man würde in unserem Falle, wenn jede der beiden Zahlenreihen nur als ein Cyklus ohne Anfang und Ende gegeben wäre, und jedes Datum zur Fixirung der Stellung dieser Cyklen gegen einander fehlte, dennoch mit grösster Entschiedenheit herausfinden können, wie die Natur sie wirklich neben einander geordnet hat, — weil gerade diese Anordnung schlagend auf einen gesetzmässigen Zusammenhang hinweist.

Wenn, unter den Localverhältnissen von München, der günstige Einfluss erhöhter Regenmengen auf die Sanität, soweit unser grösstes endemisches Uebel, der Typhus, in Frage kommt, in den Zahlen als eine Thatsache deutlich hervortritt, wie ich dies nach den vorstehenden Erörterungen für unzweifelhaft halte, so scheint mir der Nachweis davon noch ein besonderes Interesse zu haben wegen eines Reflexes, der von hier aus auch auf die ähnliche Untersuchung in Betreff der Wirkung des Grundwasser-Standes zurückfällt.

In der Anwendung sind die zwei Zahlenreihen, welche cyklisch verschoben werden, immer die zu einer Columne unserer Tafel 4 gehörigen; um die Zahlen so zu nehmen, wie sie dem Durchschnitt aus den verschiedenen Columnen (von 8 und resp. 9 Zeilen) am Besten entsprechen, habe ich gesetzt $m + n = M + N = 8{,}5$; $m = n$; $M : N = 67 : 35$ (zufolge der Abzählung p. 155). Hienach berechnete sich die erste der beiden Wahrscheinlichkeiten $= 0{,}4791$, die zweite $= 0{,}5209$, und indem man jede mit 102 multiplicirt, findet sich, wieder nach dem Bernoulli'schen Satze, dass mit grosser Wahrscheinlichkeit zu erwarten ist, es werde die Anzahl der Zeichencoincidenzen nicht viel von 48,9 und die Fällezahl des Zusammentreffens entgegengesetzter Zeichen nicht viel von 53,1 verschieden erhalten werden.

Konnte man nämlich dort den im Allgemeinen hervortretenden Parallelismus der Zahlenreihen, ohne ihre physikalische Verbindung einzuräumen, doch noch durch Eine Art der Anschauung, allerdings auf ziemlich gezwungene Weise, für jetzt sich erklären, so ist gerade diese Auffassung den Resultaten der analogen vorliegenden Untersuchung gegenüber völlig unhaltbar, und sie muss durch diese Insufficienz auch an dem Gewichte verlieren, welches man ihr dort etwa zugestehen mochte. Ich spreche von derjenigen Ansicht über die früher erhobenen Thatsachen, welche in meinem ersten Aufsatze p. 234 erwähnt worden ist, und wegen deren ich auch schon dort auf die gegenwärtige zweite Abhandlung vorläufig verwiesen habe. Weil nämlich sowohl die Schwankungen im Stande des Grundwassers, als diejenigen in der Frequenz des Typhus (oder genauer gesagt, diejenigen Bestandtheile der beiderseitigen Bewegungen, über welche sich die kürzeren Schwankungen jährlicher Periode hinlegen, und welche so zu sagen den säculären Gang constituiren) Erscheinungen sind von langsamerem Wechsel, so konnte man sich etwa denken, dass während im Allgemeinen Maxima und Minima der einen ganz unabhängig von denen der anderen verlaufen, nur zufällig in dem von den Beobachtungen umfassten Zeitraum die zwei Maxima nebst dem zwischenliegenden Minimum beiderseits sehr nahe auf dieselben Epochen getroffen sind. Räumte man dies einmal als ein, freilich absonderliches, Spiel des Zufalls ein, so blieb dann in der vorherrschenden Uebereinstimmung des Verlaufes beider Erscheinungen durch die einzelnen Monate nichts Auffallendes mehr, weil die von den Schwankungen jährlicher Periode befreiten Ziffern in der einen wie in der anderen Zahlenreihe zwischen ihren Maximis und Minimis einen ziemlich stetigen Gang zeigen, was sich unter Anderm in der schon oben hervorgehobenen geringen Anzahl der Zeichenwechsel ausspricht, welche in beiden in der letzten Tafel meines ersten Aufsatzes zusammengestellten Ziffernzeilen vorkommen. Die Schwankungen in der Quantität atmosphärischer Niederschläge sind aber (auch wenn man ihren Bestandtheil jährlicher Periode weggebracht hat) durchaus keine Erscheinung ähnlicher Art, die ebenfalls zwischen zwei um Jahre auseinander liegenden Extremen von Monat zu Monat ziemlich regelmässig fortginge: sie

sind beständigen Wechseln so sehr unterworfen, dass, wenn ein bestimmter Monat etwa eine über den Durchschnitt gleichnamiger Monate erhöhte Regenmenge dargeboten hat, darnach weder mit einiger Zuverlässigkeit vermuthet werden kann, der nächste werde sich ähnlich, noch, er werde sich entgegengesetzt verhalten.*) Dieser Umstand schliesst die Möglichkeit nicht aus, dass in längeren Stücken auch unserer Zahlenreihe für die Niederschläge in der Tafel 4 die Vorzeichen der einen Art entschieden vorherrschen können;**) aber er prägt den Witterungsverhältnissen einen Charakter auf, welcher von dem stetigen Gange der andern beiden Erscheinungen sich so vielfach entfernt, dass das etwa als zufällig angenommene Zusammenfallen einiger Extreme durchaus nicht mehr hinreicht, um die überwiegend vielen Coincidenzen gleicher Zeichen, welche wir gefunden haben, mit einiger Wahrscheinlichkeit zu erklären.

Um an den vorliegenden Zahlen selbst dies genauer nachzuweisen, so bemerken wir zunächst, dass dem Versuche, durch Voraussetzung einer zufälligen Harmonie in den grossen Perioden des beiderseitigen Verlaufes das Auffallende unserer Ergebnisse zu erklären, schon die bereits erhobene Thatsache entgegensteht, dass eine geringe Verschiebung der einen Reihe gegen die andere (nämlich die Zusammenstellung der Mortalitäts-Ziffern des einen

---

*) Dies zeigt sich in unserer Tafel 4 darin, dass in der Reihe der betreffenden Zahlen fast ebenso viele Wechsel der Zeichen als Aufeinanderfolgen gleicher Zeichen vorkommen, nämlich, wie schon p. 157 angeführt, 48 gegen 53.

**) Zwar wird, wenn innerhalb eines gewissen Zeitraums die Wahrscheinlichkeit p des einen Vorzeichens grösser ist als diejenige q des andern, immer auch die Wahrscheinlichkeit $pp + qq$ einer Aufeinanderfolge zweier gleichen Zeichen grösser sein als diejenige $2pq$ eines Zeichenwechsels; aber der Unterschied der letzteren beiden Probabilitäten ist $(p-q)^2$, also eine kleine Grösse zweiter Ordnung, wenn $p-q$ als solche der ersten Ordnung betrachtet wird. Es liegt daher nichts Auffallendes darin, wenn bei einem ziemlich entschiedenen Vorherrschen der Zeichen einer Art über die der andern dennoch das Uebergewicht in der Anzahl der Zeichenfolgen über die der Zeichenwechsel nicht sehr bedeutend angetroffen wird. Wenn man in dem uns vorliegenden Falle die drei hernach angenommenen Zeitabschnitte statuirt, und für jeden derselben die Werthe von p und q so annimmt, wie sie in ihm der relativen Häufigkeit der zweierlei Vorzeichen entsprechen, so finden sich in der That in jeder der drei Abtheilungen die Anzahlen von Folgen und Wechseln der Vorzeichen sehr genau so eingehalten, wie man nach dieser Betrachtung erwarten muss sie zu finden.

Monats mit den Niederschlags-Zahlen des nächstfolgenden) hinreicht, das Resultat der Abzählung so sehr zu verändern, dass das vorher sehr entschiedene Ueberwiegen der Coincidenzen je zweier gleicher Zeichen herabgedrückt wird bis zu einer Ungleichheit, die wegen ihres geringen Betrages ganz wohl für rein zufällig angesehen werden könnte. (s. p. 160 f.) Wenn man indessen diesen Einwurf bei Seite lassen will, und die Reihe unserer Niederschlags-Zahlen in Tabelle 4 durchgeht, um zu constatiren, welche Spuren von länger dauernden meteorologischen Abschnitten sich etwa in ihnen herausfinden lassen, so bemerkt man, dass allerdings im ersten Dritttheil die Vorzeichen + gegen die Zeichen — deutlich vorherrschen: später tritt ein etwas weniger entschiedenes Ueberwiegen der Minuszeichen, zuletzt ein sehr schwankender Gang ein. Da scharfe Grenzen für die drei Abschnitte nicht existiren, so kann man etwa von 1856—58 den ersten, von 59—61 den zweiten, und von 62 bis zum Ende den dritten rechnen. Man hat alsdann bei den Ziffern für die Niederschläge

Abschnitt	I.	25 Zeichen	+;	11 Zeichen	—
„	II.	14 „	+;	22 „	—
„	III.	16 „	+;	14 „	—

Vergleicht man hiermit die Zeichenvertheilung in der Ziffernreihe für die Morbilität, so erhält man für

Abschnitt	I.	21,5 Zeichen	+;	14,5 Zeichen	—
„	II.	6,5 „	+;	29,5 „	—
„	III.	20 „	+;	10 „	—

Nehmen wir nun selbst an, man wolle diese Austheilung der Zeichen als eine Thatsache hinnehmen, über die nicht weiter nachzudenken wäre, und also blosen Zufall darin erblicken, dass die Ueberzahl in jedem der drei Abschnitte gleichzeitig auf derselben Seite in beiden Reihen sich befindet (i. e. dass mit der vorwiegenden Trockenheit des ersten Trienniums vorwiegend erhöhter Krankenstand verbunden war etc.), so lässt sich dennoch leicht nachweisen, dass der damit den einzelnen Abschnitten beigelegte allgemeine Charakter bei weitem nicht hinreicht, um die Häufigkeit der einzelnen Coincidenzen gleicher Zeichen zu erklären, welche in der That gefunden wird. Da nämlich im ersten Abschnitt unter den 36 Monaten 25 einen Defect meteorologischer Niederschläge gegen den Durch-

schnitt (Zeichen +) gehabt haben, so würde man innerhalb desselben, nach seinem herrschenden meteorologischen Charakter, die Wahrscheinlichkeit eines solchen Defects für den einzelnen Monat zu sehen haben $= \frac{25}{36}$, und die des Ueberschusses $= \frac{11}{36}$; ganz analog die einer Ueberzahl von Erkrankungsfällen $= \frac{21,5}{36}$ und die einer Verminderung derselben $= \frac{14,5}{36}$; daher würde innerhalb dieses Abschnittes die Probabilität, für einen einzelnen Monat eine Zeichencoincidenz in unserer Tafel zu finden (d. h. entweder gleichzeitig + in der ersten und + in der zweiten, oder — in der ersten und — in der zweiten Reihe anzutreffen), sich stellen $= \frac{25}{36} \cdot \frac{21,5}{36} + \frac{11}{36} \cdot \frac{14,5}{36}$ $= 0,5283$, und man würde sonach im ganzen Abschnitt eine Anzahl von Coincidenzen zu erwarten haben, wenig verschieden von dem Producte $36 \times 0,5283 = 19,02$, und folglich eine Anzahl von Gegensätzen der Zeichen nahe $= 16,98$, während in Wirklichkeit das Uebergewicht der ersten über die andern viel grösser, nämlich wie 25,5 gegen 10,5 sich ergibt. Auf ähnliche Art findet man für unseren zweiten Abschnitt die Wahrscheinlichkeit einer Zeichencoincidenz $= 0,5710$ oder die zu erwartende Anzahl ungefähr $= 20,55$, während die Abzählung gibt 21,5; für den dritten findet sich die Wahrscheinlichkeit $= 0,5111$, die ungefähr zu erwartende Anzahl der Coincidenzen $= 15,33$, die wirkliche aber $= 20$. In allen drei Abschnitten liegt also die wirkliche Anzahl über der berechneten, und zwar im ersten und dritten stark über derselben.*) Um zu beurtheilen, ob das Ergebniss als ein auffallendes zu betrachten ist oder nicht, müssen wir wissen, wie gross die Wahrscheinlichkeiten sich dafür stellen, dass durch blossen Zufall in allen drei Abschnitten die Differenzen gerade auf die Seite fallen, welche der hypothetischen Wirkung der atmosphärischen Niederschläge

*) Dass im zweiten die beiden Anzahlen nahe zusammentreffen müssen, ist eine Folge des sehr einseitigen Vorherrschens der Minuszeichen in der Typhusreihe für diesen Abschnitt (29,5 gegen 6,5 Pluszeichen). Kämen nur Zeichen von einerlei Art in der einen Reihe vor, so müssten die beiden Anzahlen, nach der Art wie sie gebildet sind, genau übereinstimmen.

entspricht, — und zugleich nicht kleiner ausfallen, als wir sie wirklich gefunden haben, d. h. nicht kleiner als die Zahlen 25,5 — 19,02 = 6,48 für den ersten, 0,95 für den zweiten, 4,67 für den dritten Abschnitt. Um sie zu rechnen, können wir etwa zuerst die Grössen bilden, welche man, in dem Sinne in welchem der Ausdruck „wahrscheinlicher Fehler" in der Methode der kleinsten Quadrate gebraucht wird, die „wahrscheinlichen Werthe der Abweichungen" nennen könnte, nämlich diejenigen Grössen, welche von den wirklichen Differenzen (die Entstehung der letzteren durch Zufall vorausgesetzt) eben so leicht überschritten als nicht erreicht werden können, für deren starke Ueberschreitung aber nur sehr kleine, nach dem Bernoulli'schen Satze leicht angebbare Wahrscheinlichkeiten vorhanden sind. Die nöthigen Formeln sind in der Anmerkung zu p. 160 angeführt; man findet die „wahrscheinlichen Abweichungen" der Reihe nach für die drei Abschnitte = 2,02 ; 2,00 ; 1,85. Für das erste Triennium wird dieselbe also überschritten im Verhältniss $\frac{6,48}{2,02} = 3,21$; für den zweiten Zeitraum ist der ähnliche Quotient 0,474, für den dritten 2,53. Die Probabilitäten aber, dass da, wo der Zufall allein wirkt, die entstehenden Abweichungen kleinere Verhältnisse zur „wahrscheinlichen Abweichung" einhalten werden, sind, zufolge der Tafel II. von Encke im Berliner Astr. Jahrbuch für 1834, der Reihe nach 0,9696 ; 0,2508 ; 0,9121; also sind die Probabilitäten, dass der Zufall Differenzen von so hohem oder höherem Betrage erzeugt 0,0304 ; 0,7492 ; 0,0879, und da dieser Zufall überdies immer gerade in dem Sinne gewirkt haben müsste, die Anzahl der Coincidenzen zu erhöhen, so werden die Wahrscheinlichkeiten dafür, dass seine Wirkung zugleich so viel ausmacht und in diesem Sinne liegt, die Hälften der vorigen Zahlen, d. h. 0,0152 ; 0,3746 ; 0,0440. Das Product dieser letzten drei Grössen = 0,000251 oder $\frac{1}{4000}$ ist daher die Wahrscheinlichkeit, die a priori dafür bestehen würde, dass durch Zufall in allen drei Abschnitten die im Voraus zu erwartenden Anzahlen der Zeichencoincidenzen überschritten werden, und dass die Ueberschreitungen so weit gehen werden, als wirklich der Fall ist; d. h. wenn man

die Thatsache, dass diese gleichzeitigen Ueberschreitungen bestehen, auf Rechnung des Zufalles setzen will, so ist man gezwungen anzunehmen, es habe sich gerade hier ein Fall zugetragen, dem die Chancen so sehr entgegenstehen, dass er unter 4000 gleichmöglichen Eventualitäten nur Eine für sich hat.

Das Zahlenresultat würde ganz anders ausgefallen sein, wenn nicht in jedem unserer drei Zeitabschnite noch immer die trockenen und nassen Monate sehr stark untermischt wären. Wie aber die Sachen wirklich stehen, bei dem veränderlichen Charakter, der der Witterung eigenthümlich ist, muss der Versuch ganz verworfen werden, das überwiegend häufige Vorkommen der Coincidenz zweier gleichen Zeichen in unseren Reihen durch die Annahme zu erklären, dass zufälliger Weise unser erstes Triennium zugleich meteorologisch ein mehr trocknes, sanitätisch ein ungünstiges, — dann durch gleichen Zufall das folgende feuchte zugleich ein relativ typhusfreies gewesen wäre, etc. Denn es hat sich gezeigt, dass diese Annahmen, an sich schon willkührlich, bei weitem nicht hinreichen, das starke Vorherrschen unseres Falles A in den Abzählungen zu erklären, dass man vielmehr zu diesem Zweck das Hinzutreten eines neuen Zufalls von extremer Unwahrscheinlichkeit postuliren muss. In der That wird hier durch die aufgestellten Voraussetzungen gar nichts erklärt, denn die roheste aller Annahmen, die in dem Verhalten jedes einzelnen Monats einen für sich bestehenden Zufall erblickt, postulirt selbst keine Unwahrscheinlichkeit höherer Ordnung. (Vergl. p. 155).

Alle diese Untersuchungen sprechen also dafür, dass wirklich hier in München in einem Monat, welcher mehr als die gewöhnliche der Jahreszeit zukommende Menge der Niederschläge darbietet, ein Zurückbleiben der Anzahl der Typhus-Erkrankungen unter der durchschnittlichen gleichnamiger Monate entschieden probabler ist, als ein Ueberschuss über dieselbe, und umgekehrt in einem Monat von entgegengesetztem meteorologischem Verhalten, — und dass nicht bloss der Zufall in dem von Buhl's Aufzeichnungen umfassten Zeitraum den Anschein einer solchen Verbindung beider Naturvorgänge erzeugt hat.

Wenn wir sonach dahin geleitet werden, in der verstärkten oder verminderten Menge der atmosphärischen Niederschläge bei den hiesigen lokalen Verhältnissen ein Anzeigen zu erblicken für die zu erwartende Verminderung oder Vermehrung der Typhusfälle in der nächst bevorstehenden Zeit, so können wir dieses Resultat, zugleich mit dem ganz ähnlichen, welches sich aus der Betrachtung der Schwankungen des Grundwassers ergeben hat, noch einer Hauptprobe unterziehen. Ist es nämlich richtig, dass die Beobachtung des einen wie des anderen Phänomens ein Indicium in Betreff der Häufigkeit der Erkrankungen liefert, so müssen beide Indicien sich verstärken (also eine erhöhte Wahrscheinlichkeit liefern), wenn sie in einerlei Sinn sprechen, und sie müssen sich nahezu aufheben, wenn sie einander entgegenstehen*). Wenn dagegen die Notirungen jener beiden einzelnen Phänomene für sich, oder wenn auch nur diejenigen des einen von ihnen, keine berechtigte Basis abgeben für die Erwartung entweder einer gegen den Durchschnitt des Monats erhöhten oder einer verminderten Intensität des Typhus, so ist auch das Zusammenhalten von beiden für die Sanitäts-Prognose werthlos, und kann in keinem Sinne Probabilitäten verstärken. Um zu untersuchen, welche Alternative vor dem Thatbefunde besteht, vereinigen wir in einer Tafel nach den einzelnen Monaten zu je einer Gruppe die drei Vorzeichen, welche den Zahlen der oberen Zeile in der letzten Tafel des ersten Aufsatzes, der oberen Zeile unserer Tabelle 4, und der diesen beiden Tafeln gemeinschaftlichen unteren Zeile zugehören. Es bedeutet also in Tafel 7 das erste der beiden oberen Zeichen der Gruppe, wenn es + ist, dass der Grundwasserstand unter dem durchschnittlichen dem Monat entsprechenden Niveau war, oder dass das erste Indicium eine Vermehrung der Typhusfrequenz über die mittlere des Monats als wahrscheinlich würde erwarten lassen; das zweite der beiden oberen Zeichen zeigt ebenso an, wenn es + ist, dass die Niederschlagsmenge unter der durchschnittlich dem Monat zugehörigen geblieben ist, oder dass unser zweites Indicium eine Vermehrung der Typhus-

---

*) Nahezu aufheben deswegen, weil beide Indicien, unserer Untersuchung nach, ungefähr dieselbe Stärke haben, indem jedes für sich eine Wahrscheinlichkeit von etwa 2 gegen 1 begründet. S. p. 229 in meinem ersten Aufsatz und oben p. 155.

frequenz würde vermuthen lassen; das darunter gesetzte dritte Zeichen drückt aus, wenn es + ist, dass die Typhus-Morbilität des Monats wirklich die mittlere gleichnamiger Monate überstiegen hat. An jeder Stelle hat natürlich das Zeichen Minus die entgegengesetzte Bedeutung, und ebenso ist der Sinn einer Null an einem oder dem anderen Orte von selbst klar.

Tafel 7.

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septbr.	October	Novbr.	Decbr.
1856			$\genfrac{}{}{0pt}{}{-\,+}{+}$ n	$\genfrac{}{}{0pt}{}{+\,+}{+}$ c	$\genfrac{}{}{0pt}{}{+\,+}{0}$	$\genfrac{}{}{0pt}{}{+\,-}{-}$ n	$\genfrac{}{}{0pt}{}{+\,+}{+}$ c	$\genfrac{}{}{0pt}{}{+\,+}{+}$ c	$\genfrac{}{}{0pt}{}{+\,+}{+}$ c	$\genfrac{}{}{0pt}{}{+\,+}{0}$	$\genfrac{}{}{0pt}{}{+\,-}{-}$ n	$\genfrac{}{}{0pt}{}{+\,-}{-}$ n
1857	$\genfrac{}{}{0pt}{}{+\,+}{+}$ c	$\genfrac{}{}{0pt}{}{+\,+}{-}$ w	$\genfrac{}{}{0pt}{}{+\,-}{-}$ n	$\genfrac{}{}{0pt}{}{+\,+}{+}$ c	$\genfrac{}{}{0pt}{}{+\,+}{+}$ c	$\genfrac{}{}{0pt}{}{+\,+}{-}$ w	$\genfrac{}{}{0pt}{}{+\,+}{-}$ w	$\genfrac{}{}{0pt}{}{+\,-}{0}$	$\genfrac{}{}{0pt}{}{+\,+}{+}$ c	$\genfrac{}{}{0pt}{}{+\,+}{+}$ c	$\genfrac{}{}{0pt}{}{+\,+}{+}$ c	$\genfrac{}{}{0pt}{}{+\,+}{+}$ c
1858	$\genfrac{}{}{0pt}{}{+\,+}{+}$ c	$\genfrac{}{}{0pt}{}{+\,+}{+}$ c	$\genfrac{}{}{0pt}{}{+\,+}{+}$ c	$\genfrac{}{}{0pt}{}{+\,-}{+}$ g	$\genfrac{}{}{0pt}{}{+\,+}{+}$ c	$\genfrac{}{}{0pt}{}{+\,+}{+}$ c	$\genfrac{}{}{0pt}{}{+\,-}{-}$ n	$\genfrac{}{}{0pt}{}{+\,+}{-}$ w	$\genfrac{}{}{0pt}{}{+\,-}{+}$ g	$\genfrac{}{}{0pt}{}{+\,-}{-}$ n	$\genfrac{}{}{0pt}{}{-\,+}{-}$ g	$\genfrac{}{}{0pt}{}{-\,-}{-}$ c
1859	$\genfrac{}{}{0pt}{}{-\,+}{-}$ g	$\genfrac{}{}{0pt}{}{+\,-}{-}$ n	$\genfrac{}{}{0pt}{}{+\,-}{-}$ n	$\genfrac{}{}{0pt}{}{-\,-}{-}$ c	$\genfrac{}{}{0pt}{}{-\,+}{-}$ g	$\genfrac{}{}{0pt}{}{-\,+}{0}$	$\genfrac{}{}{0pt}{}{+\,+}{-}$ w	$\genfrac{}{}{0pt}{}{+\,-}{+}$ g	$\genfrac{}{}{0pt}{}{0\,-}{0}$	$\genfrac{}{}{0pt}{}{+\,-}{+}$ g	$\genfrac{}{}{0pt}{}{-\,-}{-}$ c	$\genfrac{}{}{0pt}{}{-\,+}{-}$ g
1860	$\genfrac{}{}{0pt}{}{-\,-}{-}$ c	$\genfrac{}{}{0pt}{}{-\,-}{-}$ c	$\genfrac{}{}{0pt}{}{-\,+}{-}$ g	$\genfrac{}{}{0pt}{}{-\,+}{-}$ g	$\genfrac{}{}{0pt}{}{-\,-}{-}$ c	$\genfrac{}{}{0pt}{}{-\,-}{-}$ c	$\genfrac{}{}{0pt}{}{-\,-}{-}$ c	$\genfrac{}{}{0pt}{}{-\,-}{-}$ c	$\genfrac{}{}{0pt}{}{-\,-}{-}$ c	$\genfrac{}{}{0pt}{}{-\,-}{-}$ c	$\genfrac{}{}{0pt}{}{-\,+}{-}$ g	$\genfrac{}{}{0pt}{}{-\,-}{-}$ c
1861	$\genfrac{}{}{0pt}{}{-\,-}{-}$ c	$\genfrac{}{}{0pt}{}{-\,+}{-}$ g	$\genfrac{}{}{0pt}{}{-\,-}{-}$ c	$\genfrac{}{}{0pt}{}{-\,+}{-}$ g	$\genfrac{}{}{0pt}{}{-\,-}{-}$ c	$\genfrac{}{}{0pt}{}{-\,-}{-}$ c	$\genfrac{}{}{0pt}{}{-\,-}{-}$ c	$\genfrac{}{}{0pt}{}{-\,+}{+}$ n	$\genfrac{}{}{0pt}{}{-\,+}{0}$	$\genfrac{}{}{0pt}{}{-\,+}{-}$ g	$\genfrac{}{}{0pt}{}{-\,-}{+}$ w	$\genfrac{}{}{0pt}{}{-\,+}{+}$ n
1862	$\genfrac{}{}{0pt}{}{-\,-}{+}$ w	$\genfrac{}{}{0pt}{}{-\,-}{-}$ c	$\genfrac{}{}{0pt}{}{-\,-}{-}$ c	$\genfrac{}{}{0pt}{}{-\,-}{-}$ c	$\genfrac{}{}{0pt}{}{-\,+}{+}$ n	$\genfrac{}{}{0pt}{}{-\,+}{+}$ n	$\genfrac{}{}{0pt}{}{+\,+}{+}$ c	$\genfrac{}{}{0pt}{}{-\,-}{-}$ c	$\genfrac{}{}{0pt}{}{-\,+}{0}$	$\genfrac{}{}{0pt}{}{-\,-}{0}$	$\genfrac{}{}{0pt}{}{-\,+}{+}$ n	$\genfrac{}{}{0pt}{}{-\,-}{+}$ w
1863	$\genfrac{}{}{0pt}{}{-\,-}{-}$ c	$\genfrac{}{}{0pt}{}{-\,+}{-}$ g	$\genfrac{}{}{0pt}{}{0\,+}{-}$	$\genfrac{}{}{0pt}{}{+\,+}{+}$ c	$\genfrac{}{}{0pt}{}{-\,-}{+}$ w	$\genfrac{}{}{0pt}{}{-\,+}{+}$ n	$\genfrac{}{}{0pt}{}{-\,-}{-}$ c	$\genfrac{}{}{0pt}{}{-\,+}{+}$ n	$\genfrac{}{}{0pt}{}{+\,+}{0}$	$\genfrac{}{}{0pt}{}{+\,+}{+}$ c	$\genfrac{}{}{0pt}{}{+\,+}{+}$ c	$\genfrac{}{}{0pt}{}{+\,+}{+}$ c
1864	$\genfrac{}{}{0pt}{}{+\,+}{+}$ c	$\genfrac{}{}{0pt}{}{+\,-}{+}$ g	$\genfrac{}{}{0pt}{}{+\,-}{+}$ g	$\genfrac{}{}{0pt}{}{+\,+}{+}$ c	$\genfrac{}{}{0pt}{}{+\,-}{0}$	$\genfrac{}{}{0pt}{}{-\,-}{+}$ w						

Zur bequemeren Uebersicht habe ich den Zeichengruppen noch Buchstaben beigefügt, und zwar C dann, wenn unsere beiden Indicien einander und auch mit dem wirklichen Erfolge conform sind (Fall $\genfrac{}{}{0pt}{}{+\,+}{+}$ oder $\genfrac{}{}{0pt}{}{-\,-}{-}$); w dann, wenn sie unter sich conform sind, aber dem wirklichen Erfolge zuwider (Fall $\genfrac{}{}{0pt}{}{+\,+}{-}$ oder $\genfrac{}{}{0pt}{}{-\,-}{+}$); g dann, wenn beide Indicien einander widersprechen, und wenn der Erfolg mit dem aus den Grundwasser-Ablesungen gezogenen übereinstimmte (Fall $\genfrac{}{}{0pt}{}{+\,-}{+}$ oder $\genfrac{}{}{0pt}{}{-\,+}{-}$); endlich n dann, wenn sie sich abermals widersprechen, der Erfolg aber in dem Sinne desjenigen von beiden lag, welches aus der Quantität der Niederschläge sich ergiebt (Fall $\genfrac{}{}{0pt}{}{-\,+}{+}$ und $\genfrac{}{}{0pt}{}{+\,-}{-}$). Die unentschiedenen

Fälle (eilf an der Zahl) sind ohne Buchstaben gelassen. Man findet nun in der Tafel

Fall C	. . . .	46	mal
„ w	. . . .	10	„
„ g	. . . .	17	„
„ n	. . . .	16	„

Also: unter 56 Fällen (C und w), in welchen beide Indicien zusammenstimmten, lag 46 mal der Erfolg im angezeigten Sinne, und nur 10 mal im entgegengesetzten. Man hat also, wenn beide auf dieselbe Seite fallen, eine Wahrscheinlichkeit von 4,6 gegen 1 dafür, dass der Erfolg der Vermuthung entsprechen wird, — während eines der beiden Indicien für sich allein betrachtet, wie wir wissen, nur die Wahrscheinlichkeit ungefähr von 2 gegen 1 gewährt*). Andrerseits finden sich unter 33 Fällen (g und n), in welchen beide Indicien sich entgegenstanden, wesentlich ebenso viele, in welchen der Erfolg dem ersten, als solche, in welchen er dem zweiten entsprach (je 17 und 16): in der That hat man also, wenn sie einander entgegenstehen, gar keinen Grund mehr, in der Häufigkeit der Erkrankungen einen Ausschlag eher nach der einen als nach der anderen Seite zu erwarten. Man sieht, dass die Verstärkung des Indiciums im einen Falle, ebenso wie die Vernichtung desselben im anderen ganz deutlich in den Zahlen nachweisbar sind: auch die Quantität der ersteren stimmt sehr gut mit derjenigen überein, die man nach einem ungefähren Ueberschlag a priori zu erwarten berechtigt ist**).

---

*) Die Chancen dafür, dass von zwei in der Natur gleich berechtigten Fällen blosser Zufall den vorausbezeichneten Einen so sehr begünstigen würde, dass der andere nicht öfter als 10 mal unter 56 Fällen angetroffen würde, stehen zu den Chancen des Gegentheiles sehr nahe wie die Zahl 1 gegenüber der Zahl 1330000, oder wie drei Einheiten gegen 4 Millionen.

**) Sieht man die beiden Indicien als unabhängig von einander an (was sie allerdings streng genommen nicht sind), so kann, wenn zu irgend einer Zeit beide in gleichem Sinn liegen, diese Thatsache auf die doppelte Art erklärt werden, 1) dass der Erfolg auf dieselbe Seite fällt, und beide Indicien richtig aussagen; 2) dass der Erfolg auf die entgegengesetzte Seite fällt, und beide Indicien täuschen. Da nun a priori für jeden Ausschlag des Erfolges die Wahrscheinlichkeit $\frac{1}{2}$ ist, und da für jedes der beiden Indicien, einzeln genommen, die Probabilität, dass es zutrifft $= \frac{2}{3}$, die dass es täuscht $= \frac{1}{3}$ nach unseren Untersuchungen gesetzt wer-

Die Abzählung an der Tafel 7 lässt zugleich bemerken, dass die Fälle, in welchen unsere beiden Indicien in gleichem Sinn liegen (wo also mit mehr als mittleren Niederschlägen ein über das Mittel erhöhter, mit verminderten Niederschlägen ein vertiefter Stand des Grundwassers gleichzeitig angetroffen wird), viel häufiger sind, als diejenigen, wo sie auf entgegengesetzte Seiten fallen; — denn man findet in Allem Uebereinstimmung der beiden oberen Zeichen in der Tabelle 60 mal, Gegensatz derselben nur 38 mal. In diesem Vorherrschen der Uebereinstimmung spricht sich der Zusammenhang aus, welcher zwischen der Menge der Niederschläge und der Höhe des Wassers im Boden selbst besteht. Da die Wahrnehmung der Verbindung zwischen beiden Niemand überraschen kann, so ist es unnöthig, bei diesem Punct zu verweilen; ich mache nur darauf aufmerksam, dass die Beziehung, in welcher das eine und das andere der oben gedachten Phänomene mit der Häufigkeit des Typhus steht, in den Zahlen sogar mit noch grösserer Bestimmtheit ausgesprochen ist, als ihre nicht zu bezweifelnde Verbindung unter sich: denn die Ueberzahl von 73,5 gegen 34,5 (welche p. 229 meiner ersten Abhandlung erhalten wurde) und diejenige von 67 gegen 35 (wie wir sie oben p. 155 gefunden haben) sind beide noch viel entscheidender, als die von 60 gegen 38, durch welche der Einfluss der Regenmenge eines Monats auf den Stand des Grundwassers im gleichen Monat sich kund giebt.

Man erkennt ferner, dass jeder der beiden von uns in Betracht gezogenen Einflüsse als selbstständig wirkend angesehen werden muss. Denn wenn z. B. die Quantität der Niederschläge nur mittelbar, weil sie Einfluss auf den Stand des Grundwassers im gleichen Monate hat, hier in Betracht käme, so wäre neben der Notirung des letzteren die Beobachtung der andern ganz gleichgiltig, und sie könnte das aus jener gezogene Indicium weder verstärken noch

---

den kann, so wird, nachdem die Uebereinstimmung beider beobachtet ist, die Wahrscheinlichkeit der ersten Erklärungsart, oder die Wahrscheinlichkeit eines Erfolgs im angezeigten Sinne, sein $= \frac{\frac{1}{2} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{2}{3}}{\frac{1}{2} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{2}{3} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{3}} = 0{,}80$. Der Bruch $\frac{46}{56}$, den die Abzählung liefert, hat den Werth 0,82.

vernichten, — ganz entgegen dem an unserer Tabelle festgestellten wirklichen Befunde.*)

In unserer Untersuchung, soweit die atmosphärischen Niederschläge in Betracht kommen, ist nicht auseinander gehalten worden, welches Quantum derselben in Form von Regen, und welches in der Gestalt des Schnee's den Boden erreichte. In der That möchte die geeignete Trennung hier sehr schwer sein, weil nur solcher Schnee, der längere Zeit liegen bleibt, eine wesentlich andere Wirkung als das einfache Regenwasser könnte erwarten lassen. Es lässt sich bemerken, dass in unserer kleinen Tafel 6 der Februar der einzige Monat ist, welcher, für sich allein betrachtet, den Einfluss der Niederschlagsmengen auf die Sanitätsverhältnisse nicht würde erkennen lassen: möglicher Weise kann die Ursache davon in dem angedeuteten Umstande liegen, zumal noch in Betracht kommt, dass Schneemassen, die längere Zeit hindurch nicht zergehen, hier im Interesse der Strassenreinlichkeit grossentheils aus der Stadt geschafft werden: eine Maassregel, die wahrscheinlich mancher Erkältung vorbeugt, deren Werth für die Sanität aber doch noch erwogen zu werden verdient. — Die nähere Untersuchung der Frage, in wieferne Niederschläge in fester Form sich anders verhalten mögen, als solche in der flüssigen, muss dermalen ausgesetzt bleiben; zu bemerken ist nur, dass unsere Tabelle 6 keine andere Andeutung der Nothwendigkeit einer solchen Unterscheidung liefert, als die eben gedachte. Zufolge Dove's Isothermenkarten ist übrigens für

---

*) Es wird übrigens durch diese Betrachtung die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass die Beobachtung der Grundwasser-Schwankungen, die grossentheils in einer Tiefe von mehr als 2 Toisen unter der Oberfläche vor sich gehen, ihre Bedeutung für uns nicht wegen einer unmittelbaren Wirkung aus dieser Tiefe herauf gewinnt, sondern etwa darum, weil sie zugleich ein Maass abgiebt für diejenige Contribuente des Feuchtigkeitsgehaltes der höheren Bodenschichten, welche herrührt von den angesammelten älteren Wasservorräthen, und welche mit abnehmen wird, wenn weiter unten das Niveau des zusammenhängenden Wassers sinkt. Denn auch in den oberen Schichten wird dies ältere Capital selbstständig existiren neben dem neuen Zugang, der durch die Regenhöhe gemessen wird. — Für die Aufzeichnungen des Grundwasserstandes in Tafel 2 meines früheren Aufsatzes trage ich bei dieser Gelegenheit noch die Bemerkung nach, dass der Nullpunkt der Zählung sehr nahe in der Höhe des Strassenniveaus liegt.

München Januar der einzige Monat, in welchem die mittlere Temperatur unter Null liegt.

Unsere Untersuchung hat herausgestellt (um das Hauptresultat noch einmal auszusprechen), dass innerhalb des von den Beobachtungen umfassten Zeitraums in der stark überwiegenden Mehrzahl der Fälle (nämlich ungefähr in zwei Dritttheilen von allen) in solchen Monaten, deren Niederschlagsmengen über die mittlere der Jahreszeit entsprechende sich erhoben, eine geringere Frequenz der constatirten Typhus-Erkrankungen stattfand, als durchschnittlich im gleichnamigen Monat, — und im Gegentheil erhöhte Häufigkeit dieser Erkrankungen in Monaten von entgegengesetztem meteorologischem Charakter. Es hat sich zugleich ergeben, dass diese Beziehung zwischen den beiden Naturvorgängen nur mit äusserster Unwahrscheinlichkeit als ein Effect des Zufalls angesehen werden kann: man mag dabei die Einwirkung des Zufalls auf die Ziffern der einzelnen Monate direct im Auge haben (vergl. p. 155), oder auch an einen solchen Zufall denken, der erst im Grossen es so angeordnet hätte, dass gerade die trockenen Jahrgänge am Anfang unserer Aufzeichnungen die vom Typhus mehr heimgesuchten waren u. s. w. (s. p. 169.). Bedenkt man überdies, dass zwei ganz selbstständige Untersuchungen, nämlich diejenige wegen des Grundwasserstandes und die gegenwärtige, sich dahin vereinigen, die günstige Wirkung vermehrter Wassermengen erkennen zu lassen, und dass namentlich die letztere von beiden mehrfache, unter sich unabhängige Abzählungen enthält, die alle in gleichem Sinne sprechen, — dass also der Zufall Das, was schon in Einem Falle höchst unwahrscheinlich war, hier immer wieder in völlig analoger Weise herbeigeführt haben müsste, — so wird man, wie mir scheint, geradezu gezwungen zu der Annahme, dass irgend ein physikalischer Zusammenhang zwischen den von uns betrachteten Vorgängen besteht, obgleich die nähere Natur desselben für jetzt noch nicht erkannt ist. Die Abzählungen an sich, durch welche eine Verbindung zwischen dem Gange zweier Variabelen constatirt wird, lassen es zweifelhaft, ob die Werthe der einen unter ihnen von denjenigen der andern unmittelbar oder mittelbar influirt werden, oder ob alle beide in verwandter Art mit derselben Dritten verkettet sind, die gewissermassen das Tertium comparationis

für beide hergeben würde. Erwägt man aber, dass in unserem Falle von der supponirten Unbekannten zugleich der Stand des Grundwassers, die Quantität der meteorischen Niederschläge, und die Frequenz der Typhus-Erkrankungen regiert und in eine gewisse Uebereinstimmung gesetzt werden müsste, und dass diese Unbekannte der Einfluss der Jahreszeiten nicht sein kann (weil dieser in allen unseren Zahlenreihen eliminirt worden ist), so wird schwerlich eine andere einigermassen plausible Erklärung aufgestellt werden können, als die Annahme, dass unter den hiesigen Lokalverhältnissen das im Boden enthaltene Wasser, wenn es reichlich genug vorhanden ist, den Ablauf gewisser Processe, welche für die Häufigkeit der Typhuserkrankungen maassgebend sind, verhindere oder einschränke. Am natürlichsten erscheint es dann, diese Processe selbst als im Boden verlaufend sich vorzustellen. Dass nämlich vermehrte atmosphärische Niederschläge auch ihrerseits die vortheilhafte Wirkung dadurch ausüben, dass sie den lockern Boden mit Feuchtigkeit tränken, und nicht in Folge einer directen Einwirkung der Witterung auf unsern Organismus, ist offenbar deshalb vorauszusetzen, weil von ihnen selbst ein durch Monate sich erstreckender Einfluss constatirt ist, und weil der hohe Stand des im Boden schon angesammelten Wassers für sich von einer ebenso günstigen, sogar noch etwas deutlicher hervortretenden, Wirkung begleitet wird. — In Betreff der Cholera haben bekanntlich die Untersuchungen Pettenkofer's zu der Ansicht geführt, dass für Orte, welche auf lockerem Untergrund liegen, die grösste Disposition für eine Epidemie dann stattfindet, wenn das Wasser im Boden von einem beträchtlich hohen Stande rasch gesunken ist. Was den Typhus angeht, so vertragen sich die von uns discutirten Data mit der einfacheren Annahme, dass für die Sanität dichtbewohnter Orte auf porösem Grunde perennirende Wasserarmuth der oberen Schichten das Allerungünstigste sein würde. Weitere Untersuchungen können diese Auffassung modificiren, für jetzt aber sehe ich keine Nöthigung, auch hier das ungünstige Moment eher in die Grösse einer „negativen Schwankung" (wie man sie nennen könnte) des Wassergehaltes im Erdreich, als in der geringen absoluten Quantität desselben zu erblicken. (Vergl. auch das Ergebniss der in meinem ersten Aufsatze p. 233 ob. erwähnten Abzählung.)

Das Ziel des gegenwärtigen Aufsatzes, sowie meines früheren, ist es gewesen, nachzuweisen, dass in dem seit nahezu einem Decennium aufgezeichneten Gange der untersuchten Erscheinungen unzweifelhafte Spuren eines Connexes zwischen denselben sich ausdrücken, — nicht aber, Vermuthungen über die Entstehung dieses Zusammenhanges zu discutiren. Es sei daher am Schlusse nur noch erwähnt, dass eine ziemlich naheliegende Vorstellung, die man sich hierüber machen könnte, durch directe Versuche ausgeschlossen zu werden scheint. Wollte man nämlich, das aus unseren Brunnen geschöpfte Trinkwasser als Mittelglied der Verbindung annehmend, sich die Sache so denken, dass zur Zeit reichlicheren Zuflusses (aus den Wolken oder auf unterirdischen Wegen) dieses Brunnenwasser in Folge grösserer Verdünnung der ihm beigemischten verunreinigenden Stoffe unserem Organismus zuträglicher sei, — so stehen dem die Analysen entgegen, welche durch Herrn August Wagner im Pettenkofer'schen Laboratorium seit einiger Zeit regelmässig vorgenommen werden, und welche das (nur auf den ersten Anblick paradoxe) Resultat herausgestellt haben, dass gerade bei starkem Zufluss der Procentgehalt unseres Brunnenwassers an verunreinigenden Bestandtheilen am grössten ist.

Ueber binoculares Sehen.

Von

Wilhelm von Bezold.

(Nachtrag zur Abhandlung Bd. I. S. 237.)

In dem letzten Hefte des vorigen Jahrgangs dieser Zeitschrift habe ich die Gründe auseinandergesetzt, welche mich veranlassen, das eigenthümliche Verhalten der beiden Augen beim gemeinschaftlichen Sehacte als ein erworbenes zu betrachten.

Den Ausgangspunkt bildete die Erwägung, dass bei nur einigermassen beschränkter Empfindlichkeit in der Wahrnehmung von Doppelbildern, die Zahl der einfach wahrnehmbaren Punkte ausserordentlich gross und mithin der empirische Horopter sehr ausgedehnt wird. Das Augenmerk musste desshalb vor Allem darauf gerichtet sein, diese Empfindlichkeitsgrenzen in der Art zu bestimmen, dass sie einen Schluss auf die Gestalt des empirischen Horopter gestatten. Da die von Volkmann veröffentlichten Messungen hiefür nicht hinreichend waren, es mir andererseits aber bei dem Angriff, den E. Hering[1]) gegen solche Bestimmungen gemacht hat, indem er die Grenzdistanzen bloss als ein Maass für die Unsicherheit im Fixiren will gelten lassen, wünschenswerth schien, mich von der Bedeutung und Zuverlässigkeit solcher Messungen selbst zu überzeugen, so habe ich eine Reihe von Beobachtungen angestellt, deren Resultate ich wenigstens zum Theile veröffentlichen muss, da sie den a. a. O. auf Tafel V mitgetheilten Figuren 2 und 3 zu Grunde gelegt sind.

Ausserdem mögen hier noch ein paar Versuche erwähnt werden, welche ich noch nachträglich angestellt habe, um den schon in der

[1]) Reichert's und Du Bois Reymond's Archiv. 1865. S. 90.

letzten Abhandlung S. 256 erwähnten, von Hering aufgestellten Satz zu prüfen, nach welchem alle im Längshoropter gelegenen Punkte auf einer ebenen Fläche der Kernfläche wahrgenommen werden sollen.

Um den Durchschnitt des empirischen Horopters mit der horizontalen Blickebene zu erhalten, bedurfte es vor Allem einer Anzahl von Messungen der horizontalen Grenzdistanzen auf dem mittleren Querschnitte bei verschiedenen Grunddistanzen. Ich bediente mich zu dem Ende der folgenden Vorrichtung: In einem hölzernen Rähmchen befinden sich zwei Schieber, welche durch Anbringung von Federn sich gerade genügend leicht bewegen lassen. Wenn die Schieber so gestellt sind, dass sie einander berühren, während andererseits gleichgrosse Stücke derselben auf beiden Seiten des Rähmchens als Handhaben hervorragen, so steht ihre Berührungslinie genau um 32^{mm}., d. h. um den halben mittlern Augenabstand von der Mitte des Rähmchens ab. In die Schieber sind an den Theilen, die zur Berührung kommen sollen, oben und unten kleine weiche Kupferblechstreifen eingelassen, damit die vertikalen Fäden, denen sie als Träger dienen sollen, leicht gespannt und parallel gestellt werden können. Zwischen diesen Fäden, die also ein bewegliches Strichpaar vorstellen, und dem Rähmchen werden weisse Cartons eingeschoben, auf welchen das die Grundinstanz angebende Strichpaar mit Reissfeder und Tusche verzeichnet ist. Die Mitte dieses Strichpaares steht ebenfalls um 32^{mm} von der Mitte des Rähmchens ab, aber in entgegengesetztem Sinne, wie die des beweglichen Paares. Oberhalb und unterhalb der Cartons befinden sich Maassstäbchen, mit einer Theilung versehen, wie sie gerade einer Schraubenwindung der mir zu Gebote stehenden Theilmaschine entsprach (100 Theile = 75,3^{mm}). Die schwarzen Fäden laufen dicht vor diesen Maassstäbchen herab. Das Rähmchen ist oben und unten mit Zapfen versehen, welche so in ein horizontales Holzstück passen, dass die Striche vertikal zu stehen kommen (ich stereoscopire am liebsten bei horizontaler Blickebene und parallelen Augenaxen), und die beweglichen Fäden bald dem rechten, bald dem linken Auge dargeboten werden können. Durch dasselbe Holzstück geht mit harter Reibung ebenfalls ein Schieber, welcher an seiner Vorderseite Augenöffnungen (ohne Gläser) und ein Wider-

lager für die Stirne trägt. Auf diese Weise ist man sowohl in den Stand gesetzt, die Entfernung der Augen von den Strichpaaren beliebig zu verändern, als auch die einmal gewählte mit Sicherheit festzuhalten.

Dieses Stück ist nach der dem Rähmchen zugewendeten Seite hin mit einem dunklen Pappkasten umgeben, welcher eine Scheidewand enthält, und nur durch einen horizontalen Schlitz von 20^{mm} Höhe Aussicht auf das Rähmchen gestattet, damit dem Beobachter nur die mittleren Theile der Strichpaare sichtbar sind, und keine störenden Stücke der Umgebung. Das Kästchen ist gegen das Rähmchen zu mit sehr weissem Papier überzogen, damit die Cartonzeichnungen von dieser Seite her Licht bekommen. Stellt man den Apparat so an ein Fenster, dass der Beobachter gegen das Fenster zu blickt, so erscheinen die Strichpaare sehr angenehm erleuchtet, und das Fadenpaar ohne irgend störenden Schatten dem Strichpaare vollkommen ähnlich.

Die Beobachtungen wurden nun in folgender Weise angestellt, es wurden Cartons auf das Rähmchen gebracht, auf welchen der Reihe nach Strichpaare von 4, 8, 12, 16 und 20 Theilen Abstand verzeichnet waren. Das Fadenpaar wurde nun zuerst genau auf dieselbe Distanz eingestellt, und dann dieselbe solange vermehrt oder vermindert, bis keine Verschmelzung mehr möglich war. Dabei erkannte ich nun bald, dass die Resultate ganz verschieden waren, je nachdem ich es den Augen vollkommen überliess, die Verschmelzung auf was immer für eine Art zu Stande zu bringen, oder je nachdem ich zwei entsprechende Linien, also etwa die beiden rechts liegenden Striche der Paare durch Fixation zur binocularen Deckung brachte. Im ersteren Falle waren die Grenzdistanzen viel grösser als im letzteren. So konnten z. B. bei schwankender Fixation Strichpaare von 6,8 und 2,2 Theilen Abstand mit einem von 4 Theilen verschmolzen werden, während bei fester Fixation die grösste Entfernung, welche man den Strichen des beweglichen Paares geben durfte, um noch eine Verschmelzung mit demselben Paare von 4 Theilen Abstand zu gestatten, 5,1 und die kleinste 2,9 betrug. Auf Fixation muss also vor Allem strenge gehalten werden, da sonst der schon erwähnte Einwurf Hering's gerechtfertigt wäre. Ob Volk-

mann dies gethan hat, kann man aus seinen Mittheilungen nicht ersehen, es ist sogar unwahrscheinlich, dass aber bei Befolgung dieser Vorschrift die Grenzdistanzen für alle Meridiane die gleichen seien, wie Hering behauptet, dies muss ich, für meine Augen wenigstens, vollkommen bestreiten. Während ich für die Grenzdistanzen im horizontalen Sinne auch bei strengster Fixation immerhin ziemlich erhebliche Werthe erhalte, so bedingt schon die geringste Verschiebung im vertikalen Sinne ein Auseinanderfallen der Bilder.

Die Bewahrung fester Fixation bei Anstellung dieser Versuche gestattet nun auch eine andere Frage zu beantworten, welche in der letzten Abhandlung auf S. 241 aufgeworfen wurde. Dort ruhten nämlich verschiedene Schlüsse auf der Voraussetzung, dass die Empfindlichkeit für Doppelbilder nur von deren Oeffnung, nicht aber davon abhängig sei, ob man gekreuzte oder ungekreuzte vor sich habe. Fixirt man nämlich einmal die beiden links gelegenen Striche der Paare und verschiebt man dann den rechts gelegenen des linken Paares nach rechts, so bekommt man für die Grenzdistanzen die nämlichen Werthe, wie wenn man die beiden rechts gelegenen festhält und den links liegenden des linken Paares nach links verschiebt, während man es doch in dem einen Falle mit einem gekreuzten, in dem andern mit einem ungekreuzten Doppelbilde zu thun hat.

Dies vorausgeschickt, kann man wohl gegen die Anstellung meiner Versuche und ihre Verwerthung in dem bestimmten Sinne principiell nichts mehr einwenden, dagegen muss ich selbst bemerken, dass die Bedeutung der erhaltenen Zahlen nur eine sehr relative ist, da sich der Erlangung eines Satzes zusammengehöriger und wirklich vergleichbarer Resultate eine fast unübersteigliche Schwierigkeit entgegenstellt. Es bewahrheitet sich nämlich bei mir in noch weit höherem Grade eine schon von Volkmann erwähnte Thatsache, die darin besteht, dass die Grenzdistanzen durch fortgesetzte Beschäftigung mit derartigen Untersuchungen eine immerwährende Abnahme erfahren. Dies tritt bei mir so lebhaft hervor, dass selbst bei den unmittelbar hinter einander angestellten Versuchen fast immer eine, manchmal sogar sehr erhebliche, Aenderung in diesem Sinne bemerkbar war. Sobald einmal Anstrengung der Augen fühlbar wurde, zeigte sich dies in erhöhtem Maasse, so

zwar, dass schon aus diesem Grunde eine Unterbrechung nothwendig wurde, da die Resultate mit den früher erhaltenen in keiner Weise übereinstimmten. Einige Zeit der Ruhe war hinreichend, um wieder die entgegengesetzten Veränderungen hervorzurufen. Diese raschen Aenderungen machten es nun unmöglich, an ein und demselben Tage eine grössere Reihe von Beobachtungen anzustellen, wodurch andererseits auch wieder die Controle der an verschiedenen Tagen gemachten Beobachtungen durch Wiederholung einzelner schon früher angestellter Versuche sehr erschwert wurde. Ueberhaupt wäre es am wünschenswerthesten, dass derartige Messungen an Augen vorgenommen würden, die noch nicht durch anhaltende physiologisch-optische Versuche einen erhöhten Grad der Empfindlichkeit erlangt haben, leider fehlt aber eben solchen Augen die nothwendige Uebung im Fixiren u. s. w. Diese Umstände veranlassten mich, nur eine geringe Anzahl von Beobachtungen meinen mitgetheilten Figuren zu Grunde zu legen, und zwar jene, bei welchen ich gerade die genügende Uebung in der Behandlung der Sache erreicht hatte, ohne zu sehr überreizt zu sein.

Die in der folgenden Tabelle mitgetheilten Zahlen sind mit Ausnahme der in der zweiten Horizontallinie unter III und IV, und sämmtlicher in der dritten Horizontalreihe verzeichneten, welchen je sechs Beobachtungen zu Grunde liegen, Mittel aus drei hintereinander angestellten Beobachtungen. Die mit a überschriebene Columne enthält die Grunddistanz, d. h. den Abstand der beiden unbeweglichen Linien, in Theilen der obengenannten willkürlichen Scala, in I findet man, um wie viel das rechts gelegene Paar erweitert, in II, um wie viel es verengt werden durfte. III und IV enthalten die entsprechenden Werthe für Veränderung des linken Paares. I und III giebt mithin die äusseren, II und IV die inneren Grenzdistanzen für die unter a stehende Grunddistanz. Es wurde jedesmal die äusserste Linie verschoben, so dass man es in I und III mit ungekreuzten, in II und IV mit gekreuzten Doppelbildern zu thun hatte. Die Beobachtungen wurden in der durch die römischen Ziffern bezeichneten Reihenfolge angestellt, so dass eine Vergleichung von I und III, II und IV zugleich die Zunahme der Empfindlichkeit während der Beobachtung zeigt, da sonst diese bei-

den Gruppen beziehungsweise gleiche Zahlen liefern müssten, während III und IV hier im Durchschnitt entschieden kleinere Zahlen enthalten als I und II.

Die Beobachtungen wurden an drei auf einander folgenden Tagen angestellt, bei jenen vom dritten Tage, bei welchen die Grunddistanzen 16 und 20 gewählt waren, manifestirt sich jedoch bereits eine so starke Zunahme der Empfindlickkeit, dass sie eigentlich mit den anderen nicht mehr vergleichbar sind; auch unter einander stimmen diese Messungen weniger überein, da hier bereits mehr excentrisch gelegene Theile der Netzhäute in Betracht kommen.

a	I	II	III	IV
4	1	1,2	0,96	1,1
8	1,8	1,0	1,3	1,2
12	2,1	1,7	1,7	1,5
16	2,1	1,3	1,5	1,3
20	2,5	1,6	1,4	1,6

Die Entfernung der Strichpaare von dem Kreuzungspunkte der Richtungslinien des entsprechenden Auges betrug etwa 200 Theile $= 150{,}6^{\text{mm}}$.

Von diesen Beobachtungen wurden nun aus den oben angeführten Gründen nur die in den drei ersten Horizontallinien stehenden zur Construction der Curven B und B′ in Fig. 2 auf Tafel V verwerthet, und zwar wurde unter Berücksichtigung des Umstandes (s. S. 242), dass jede innere Grenzdistanz auch wieder als die zu einer anderen Grunddistanz gehörige äussere betrachtet werden kann, durch Interpolation die folgende Tabelle abgeleitet, in welcher die unter a′ stehenden Zahlen die zu den Grunddistanzen a gehörigen äusseren Grenzdistanzen bezeichnen, α und α' aber, die dem a und a′ entsprechenden Winkelwerthe.

a	a′	α	α'
3	1,1	0° 51′	0° 20′
4	1,1	1° 9′	0° 19′
7	1,2	2° 0′	0° 20′
8	1,25	2° 18′	0° 21′
10	1,5	2° 52′	0° 25′
12	1,8	3° 9′	0° 36′

Mit Hülfe dieser Zahlen wurden, unter Anwendung der auf S. 241 mitgetheilten Formeln, die besagten Curven construirt. So wenig diese Messungen nach dem oben Mitgetheilten auf Exactheit Anspruch machen können, so sind sie doch immerhin vollkommen hinreichend, um die Sätze zu beweisen, um derentwillen sie angestellt wurden.

Für die Bestimmung der Schnittcurven des empirischen Horopter mit der vertikalen Medianebene war ein von den eben angeführten wesentlich verschiedenes System von Messungen nöthig.

Es handelt sich nämlich darum, die horizontalen Grenzdistanzen für verschiedene Netzhaut-Querschnitte zu finden, und zwar bei symmetrischer Lage der Bildpunkte gegen den mittleren Längsschnitt der Doppelnetzhaut. Dies lässt sich erreichen, wenn man von zwei Punktpaaren wie sie Fig. 1

Fig. 1.

b. .*b'*

a• •*a'*

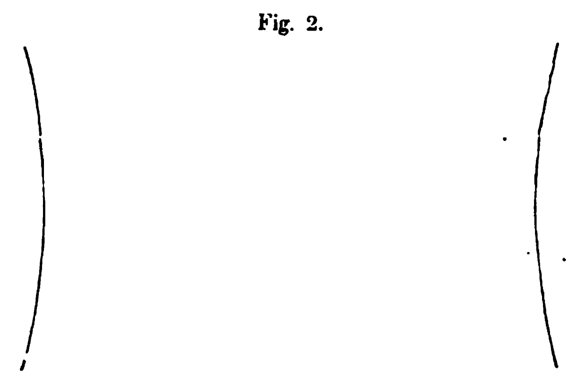
zeigt, nach stereoscopischer Vereinigung und fester Fixation der Punkte *a* und *a'* die Punkte *b* und *b'* so lange gleichmässig in entgegengesetztem Sinne verschiebt, als noch eine Verschmelzung möglich ist. Da aber diese Art der Bestimmung äusserst angreifend und schwer durchführbar schien, so habe ich einen andern Weg eingeschlagen, der auf der Erwägung beruht, dass die Orte sämmtlicher Punkte *b* und *b'* für alle möglichen Vertikalabstände und in der Grenzstellung genommen, zwei Curven bilden müssen, welche einander ihre convexen Seiten zukehren. Gelingt es mithin, zwei solche Curven zu zeichnen, welche gerade noch die Verschmelzung gestatten, so kann man aus diesen leicht die nöthigen Zahlen entnehmen.

Nachdem ich mich durch einige einfache Vorversuche überzeugt hatte, dass diese Curven nahezu die Gestalt von Hyperbeln besitzen, und dass die in Betracht kommenden Stücke sich mit hinreichender Annäherung durch Kreis und Gerade darstellen lassen, zog ich zuerst zwei Kreisbogen mit angemessenem Radius, und sah zu, bis zu welchen Stellen diese Bogen eine stereoscopische Verschmelzung gestatteten, von diesen Punkten ab wurden die entsprechenden

Tangenten als Fortsetzung der Curven verwendet, und so Figuren erhalten, welche den geforderten Bedingungen hinreichend entsprachen.

Die folgende Figur (2) zeigt die beiden Curven.

Fig. 2.



Die Radien der beiden Kreisbögen betragen 74,8^{mm}, der Winkelwerth derselben 18^0, die Tangenten, welche die äusseren Theile der Hyperbeläste darstellen, bilden demnach Winkel von 9^0 mit der Vertikalen.

Die Verschmelzung gelang in einer Minimal-Entfernung von 150^{mm}. Verzeichnet man die Entfernung e zweier verschmolzenen Punkte von der Horizontalen in der ersten Vertikalreihe, die Entfernung e' jedes dieser Punkte von der an die Curven gelegten vertikalen Tangente in der zweiten, alles in Millim. gemessen, die entsprechenden Werthe von β und η aber in der dritten und vierten Reihe, so erhält man die Tabelle:

e	e'	β	η
4	0,105	1^{0}31′	7′
8	0,426	3^{0}4′	9′
12	0,96	4^{0}35′	22′
16	1,59	6^{0}6′	36′
20	2,23	7^{0}35′	51′

Diese Zahlen wurden in die Formeln (3) und (4) auf S. 245 eingeführt, und darnach die Curve Fig. 3, Tafel V construirt.

In meiner letzten Abhandlung habe ich auf S. 256 den Satz E. Herings erwähnt, nach welchem alle auf Deckstellen abgebildeten Linien oder Punkte in einer Ebene, der Kernfläche, erscheinen sollen.[1]) Schon dort wurde bemerkt, dass dieser Satz vor der Hand noch in Zweifel gezogen werden müsse, da Helmholtz[2]) ganz im Widerspruche damit angiebt, dass die im Horopter gelegenen Punkte mit grösster Sicherheit richtig lokalisirt werden.

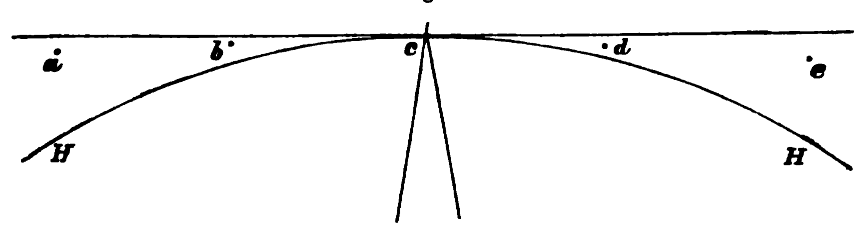
Um hierüber ein eigenes Urtheil zu gewinnen, verfuhr ich folgendermaassen: ich blickte durch einen horizontalen Schlitz von 20^{mm} Höhe und 130^{mm} Breite in einem etwa 85^{mm} vor den der Vorderfläche der Augen befindlichen Schirme nach einer weiter entfernten weissen Fläche. Zwischen dieser Fläche und dem Schirme wurde nun ein gerader feiner schwarzer Draht, dem ein Korkstückchen als Fuss diente, in der Medianebene aufgestellt und fixirt. Ein Gehülfe musste nun vier andere ebenso hergerichtete Drähte so lange verschieben, bis sie mir sämmtlich in einer Ebene zu liegen schienen. Bei der geringen Höhe des Schlitzes konnte ich durchaus nichts anderes sehen, als schwarze Linien auf hellem Grunde und jedes andere Hülfsmittel zur Orientirung war vollkommen ausgeschlossen, auch war durch den nämlichen Kunstgriff, dessen ich schon oben bei der Messung der Grenzdistanzen erwähnt habe, eine vollkommen gleichförmige Beleuchtung der weissen Rückwand erzielt, und jeder störende Schatten vermieden worden. Wäre Hering's Ansicht von der Existenz einer Kernfläche richtig, so musste man erwarten, die Drähte schliesslich in einer durch den Horopterkreis gelegten Cylinderfläche zu finden. Dies war aber nicht der Fall, sondern die Anordnung derselben zeigte bei fünf Versuchen jedesmal eine grosse Regelmässigkeit, und eine nur höchst unbedeutende Concarität gegen das Gesicht. Die Stellung der Drähte wurde nach jedem Versuche genau notirt. Die folgende Figur (Fig. 3) gibt das Resultat des 5. Versuches in den natürlichen Maassen. *a*, *b*, *c*,

---

[1]) Beiträge. S. 293. Reichert's und Du Bois Reymond's Archiv. 1865. S. 79 ff. u. S. 152 ff.

[2]) Arch. f. Ophth. Bd. X.

Figur 3.



d, *e* sind die Durchschnittspunkte der Drähte mit der horizontalen Blickebene, *H H* ist der Horopterkreis. Ich habe gerade diesen Versuch ausgewählt, weil ich glaube, dass mir dabei das Halten der strengen Fixation am besten gelungen sei. Uebrigens erschienen mir die einmal so angeordneten Drähte in einer Ebene, ob ich nun einen derselben fixirte, oder dem Blicke gestattete, frei herum zu schweifen. Es muss ausdrücklich bemerkt werden, dass ich an ziemlich hochgradiger Kurzsichtigkeit leide, und desshalb alle diese Versuche anstellen kann, ohne Gläser zu Hülfe zu nehmen, ein Umstand, der bei diesen Versuchen mehr als bei anderen stereoscopischen zu beachten ist.

Die anderen Versuche, die für verschiedene Entfernungen des Fixationspunktes ausgeführt wurden, stimmen mit dem vorliegenden sehr gut überein, immer zeigt sich eine sehr schwache, aber ziemlich stetige, Krümmung nach der Antlitzseite zu, der Winkel jedoch, den die Tangente, welche man an eine durch *a b c d e* gelegte Curve in *c* legen kann, mit der Medianebene bildet, weicht in den anderen Fällen etwas mehr von einem rechten ab, als in dem eben mitgetheilten. Diese Abweichung macht sich jedoch in verschiedenem Sinne geltend. Mithin ist das Urtheil darüber, ob die Drähte in einer Ebene erscheinen, oder nicht, sicherer, als das über die Lage dieser Ebene gegen die Medianlinie.

Die erhaltenen Resultate berechtigen mich jedenfalls, meine über diesen Theil der Hering'schen Untersuchungen ausgesprochenen Ansichten aufrecht zu halten, und die Existenz der Kernfläche zu bestreiten.

Während des Druckes meines letzten Aufsatzes veröffentlichte A. Gräfe seine höchst interessante Abhandlung „Ueber einige Verhältnisse des Binocularsehens bei Schielenden"*) in welcher er die Lehre vom doppeläugigen Sehen von Seite der Pathologie beleuchtet. Obwohl sich der Herr Verfasser hiebei für die Nagel'schen Anschauungen erklärt, so scheinen mir doch die von ihm mitgetheilten Erfahrungen ebenso gut mit meinem Standpunkte vereinbar, so dass ich in denselben nur eine weitere Bestätigung meiner Ansichten erblicken kann.

---

*) Archiv f. Ophth. Bd. XI. Abth. II. S. 1 ff.

Untersuchungen über die Ausscheidungswege der stickstoffhaltigen Zersetzungs-Produkte aus dem thierischen Organismus.

Von

Carl Voit.

(Schluss.)

V.

Woher kommt es, dass früher den Meisten das Wiederauffinden des Stickstoffs der Nahrung im Harn und Koth nicht gelang?

Ich will es bei der einfachen Verwerfung der früheren statistischen Untersuchungen, insofern sie als Beweis der Ausscheidung einer beträchtlichen, von den Zersetzungen im Körper herrührenden Stickstoffmenge durch Haut und Lungen gelten sollen, nicht bewenden lassen. Die Resultate derselben sind gewiss nicht fingirte, sondern sie sind durch sorgfältig ausgeführte Versuchsreihen erhalten worden. Eine vollständige Kritik muss also im Stande sein, eine Erklärung für die Differenzen zu geben. Ich glaube im Stande zu sein, ganz bestimmte Angaben darüber machen zu können, warum man fast durchgehends bei den frühern Versuchen nicht allen Stickstoff der Nahrung im Harn und Koth fand, und wie man verfahren muss, um die Fehler zu vermeiden.

Die Gründe für das Deficit an Stickstoff im Harn und Koth können zum grössten Theile aus der von mir gegebenen Beschreibung der Methode der Untersuchung entnommen werden, daher ich hier mich kurz fassen kann, und im Einzelnen auf jene verweise.

Man hat häufig die Zusammensetzung der Nahrung, vorzüglich ihren Stickstoffgehalt, nicht genau gekannt. Für die pflanzenfres-

senden Thiere ist es nicht leicht, wie vor Allem die sorgsamen Untersuchungen von Henneberg und Stohmann beweisen, die Stickstoffmenge des ungleichmässigen und in so grosser Masse verzehrten Futters aus der Analyse einer kleinen Einzelprobe zu entnehmen, es müssen viele und wegen der Aenderung des Wassergehalts öfters wiederholte Bestimmungen ausgeführt werden. Die gemischte und durch die Kochkunst schon zubereitete Nahrung des Menschen lässt die Elementar-Zusammensetzung nie mit Zuverlässigkeit ermitteln. Auch bei dem mit Sorgfalt ausgeschnittenen Rindfleisch zeigten sich (nach Ranke's Angaben) nach dem Braten an dem gleichen Stück Differenzen des Stickstoffgehalts von 9.9 — 11.0 %; man muss also vor der Zubereitung des Fleisches die Analyse machen und nur ganz einfache Stoffe geniessen, denn wer wäre im Stande von allen den Brühen, Kräutern, Würsten und anderen Zusätzen auch nur annähernd die Zusammensetzung zu eruiren. Bei den früheren hierher gehörigen Beobachtungen am Menschen ist in dieser Hinsicht am meisten gefehlt worden und es ist unstreitig ein Verdienst von Ranke, nach den von uns angegebenen Principien, für den Menschen eine Lösung der Aufgabe versucht zu haben. Bei dem Fleischfresser muss auf Herstellung möglichst reiner Fleischnahrung gesehen werden, da man sonst aus der Analyse eines Stückchens wegen des ungleichen Fettgehaltes nicht auf die Gesammtmenge schliessen kann; ich lege daher den grössten Nachdruck auf die subtilste Reinigung des Fleisches von Knochen, Sehnen, gröberem Bindegewebe und allem sichtbaren Fett. Ebenso müssen die Zusätze zum Fleisch aus einfachen ihrer Zusammensetzung nach genau gekannten Nahrungsstoffen bestehen.

Für das Auffangen alles Harns und Koths sind nicht immer die nöthigen Vorsichtsmaassregeln getroffen worden. Wenn man den Harn in den Käfig entleeren lässt, so hat man, wie ich mich durch Ausgiessen bestimmter Wassermengen und sorgfältiges Auftauchen mit einem feuchten Schwämmchen überzeugt habe, grosse Verluste; ich habe dieselben bei Hunden erst nach langer Erfahrung vermeiden gelernt. Henneberg und Stohmann und Grouven setzten bei Wiederkäuern zu dem Zweck Vorrichtungen in Anwendung, von denen bei den früheren Untersuchungen keine Rede

war. Ebenso habe ich mir bei der Taube einen eigenen Apparat ausgedacht, ohne den die völlige Aufsammlung der Exkremente nicht möglich gewesen wäre.

Die meisten Schwierigkeiten macht es jedoch, den auf eine bestimmte Zeit und Nahrung treffenden Harn und Koth festzustellen. Schliesst man eine Versuchsreihe ab, so kann man beim Menschen wohl allen Harn entleeren lassen, aber bei Thieren ist es sehr misslich. Ich habe angegeben, wie dieses Hinderniss bei Hunden zu überwinden ist, bei Wiederkäuern, Pferden, Schweinen etc. ist dies nicht möglich; dieselben können am Ende der Reihe noch eine ansehnliche Quantität Harn in der Blase zurückbehalten, wodurch ein Deficit entsteht. Wenn ferner in dem Organismus bei Abschluss eines Versuchs noch unverdaute Nahrung befindlich ist, so fehlt der Stickstoff derselben im Harn und Koth und es stellt sich abermals ein Deficit heraus; ich habe daher dem Hunde in 24 Stunden nur 1 Mal zu fressen gegeben und mich überzeugt, dass nach dieser Zeit alles, was resorbirt werden kann, auch resorbirt ist. Der Mensch isst gewöhnlich öfter im Tag und es kann leicht geschehen, dass noch nicht alle Speise verdaut und in die Säftemasse aufgenommen worden ist. Beim Wiederkäuer und beim Pferde, die das Futter lange im Darm behalten, und vielleicht noch dazu einige Stunden vor Schluss des Versuchs eine neue Ration zu sich genommen haben, tritt es mit Sicherheit ein, dass nicht aller Stickstoff des während der Reihe verzehrten Fressens schon entleert und dass von der früheren Nahrung noch auf diese Reihe hinzugekommen ist; man kann hier nichts anderes thun, als durch lange fortgesetzte Untersuchung den Fehler möglichst klein zu machen. Es ist sehr schwer, den Koth, der auf eine gewisse Nahrungsmenge gebildet worden ist, zu bestimmen; beim Hunde konnten wir den im Verhältniss zum Harn immer wenig Stickstoff ausführenden Koth genau abgrenzen, Ranke gelang es auch beim Menschen, bei Pflanzenfressern aber geht dies nicht. Wenn bei Wiederkäuern, wie die Versuche von Henneberg und Stohmann, von Gilbert und Lawes und von Grouven ergaben, die Nahrung 6 Tage lang im Darm bleibt, so rührt die ganze in sechstägigen Reihen entleerte Kothmenge von dem vorhergehenden Fressen her; dass man bei den grossen Kothmassen dieser Thiere, deren

Stickstoffgehalt häufig den des Harns übertrifft, hier den bedeutendsten Fehlern ausgesetzt ist, ist selbstverständlich. Henneberg und Stohmann und auch Grouven haben allerlei Hülfsmittel angewandt, um dieselben möglichst zu vermindern, bei den früheren Untersuchungen hat man aber dies gar nicht beachtet, sondern eben einfach den während der Reihe gelassenen Koth in Rechnung gebracht. Soll es uns daher Wunder nehmen, wenn bei Vernachlässigung aller dieser zum Gelingen unumgänglich nöthigen Cautelen bei Hunden, Pferden, Kühen, Schweinen, Tauben, Hühnern und auch beim Menschen ein Deficit von Stickstoff im Harn und Koth gefunden worden ist?

Häufig hat aber noch etwas Anderes zur Annahme eines Deficits mitgewirkt, als die Fehler in der Methode, nämlich eine falsche Auslegung der Versuchsergebnisse.

Man kann mit Gewissheit sagen, dass wenn auch aller Stickstoff der Zersetzungsprodukte im Harn und Koth den Körper verlässt, doch nicht unter allen Umständen in diesen Exkreten gerade so viel, wie in der Nahrung enthalten war, auftreten kann. Der Organismus bleibt nicht immer auf dem gleichen Bestand seiner stickstoffhaltigen Masse; es giebt eine Nahrungsmenge, die nicht genügend ist und bei der der Körper wie beim Hunger Substanz abgiebt und es giebt eine solche, bei der er zunimmt; im ersten Fall wird man im Harn und Koth mehr Stickstoff finden als in der Nahrung, im letztern dagegen weniger, so dass ein scheinbares Deficit die Folge ist.

An die letztere Eventualität hat man früher kaum gedacht; man meinte, wenn man einige Zeit ein gewöhnliches Maass Nahrung gereicht habe, sei kein Ansatz möglich. Man kann aber nicht voraussetzen, dass man immer gleich die richtige Menge und Mischung der Nahrung trifft, bei der der Körper sich auf seinem Bestand erhält.

Wir haben zuerst entschieden betont, dass nur dann, wenn der Organismus mit dem Stickstoff der Nahrung sich im Gleichgewichte befindet, der Stickstoff derselben im Harn und Koth erwartet werden kann. Dieser Zustand tritt bei verschiedener Kost in sehr verschiedener Zeit ein.

Bei reichlicher eiweisshaltiger Nahrung ohne Fett und Kohlehydrate ist die angegebene Grenze sehr rasch, meist in wenigen

Tagen erreicht. Beim Fleischfresser, der reines Fleisch erhält, tritt dieser Fall daher am leichtesten und schnellsten ein; darum haben Bidder und Schmidt zuerst in ihren statistischen Versuchen bei der Katze nach Fütterung mit Fleisch kein Stickstoff-Deficit im Harn und Koth wahrgenommen, darauf ich und später Bischoff und ich unter den gleichen Verhältnissen beim Hunde. Es war in der That ein Glück und ein Zufall, dass ich bei meinen ersten Versuchen ausschliesslich viel reines Fleisch fütterte, und daher gleich allen Stickstoff im Harn und Koth fand; hätte ich einen Zusatz von Fett oder Kohlehydraten zum Fleisch gemacht, so wäre ich niemals auf den richtigen Weg geleitet worden. Bei Zusatz von Fett oder Kohlehydraten zum Fleisch tritt nämlich meist ein Fleischansatz, also ein Fehlen von Stickstoff im Harn und Koth ein; wir haben z. B. den Hund in einer 32 tägigen Reihe mit 500 Grmm. Fleisch und 250 Grmm. Fett (5. Dezember 1857 bis 6. Januar 1858) nicht in das Stickstoffgleichgewicht zu bringen vermocht, während es mit 2500 Grmm. reinem Fleisch in zwei Tagen möglich war[1]). Je mehr Fett oder Kohlehydrate in der Nahrung zugesetzt werden und je reicher an Fett im Verhältniss zur Fleischmenge der Körper ist, desto langsamer gleicht sich der Stickstoffgehalt der Einnahmen und Ausgaben aus, aus Gründen, deren Betrachtung nicht hierher gehört. Ich mache darauf aufmerksam, dass die Thiere, bei denen früherhin nach 3—7 tägigen Beobachtungsreihen ein Deficit angenommen worden war, bis auf den Hund sämmtlich Pflanzenfresser waren. Diese erhalten in ihrer Nahrung mit den eiweissartigen Bestandtheilen meist eine überwiegend grosse Menge von Kohlehydraten; es wird daher bei ihnen, sobald im Verhältniss zu den stickstoffhaltigen Stoffen viel stickstofffreie vorhanden sind, oder sobald am Körper sich Fett aufhäuft, eiweissartige Substanz angesetzt. Diese Fälle sind bei den Pflanzenfressern meist gegeben und es währt desshalb bei ihnen geraume Zeit, bis eine Ausgleichung im Stickstoff stattgefunden hat.

Aber auch bei Fleischfressern können ähnliche Verhältnisse sich geltend machen, die dann wenigstens theilweise zu dem früher von Bischoff bei Hunden beobachteten Deficit beigetragen haben.

---

[1]) Diese Zeitschrift. Bd. II. S. 34 (2. und 3. April 1861).

Der erste von ihm benutzte Hund war ein ganz altes fettes Thier, das im Laufe der Untersuchung von 25 auf 41 Kilogramm an Gewicht zunahm. Bei Fütterung mit 500 Grmm. Fleisch verlor derselbe noch nicht an Gewicht und es fanden sich von den 15,0 Grmm. Stickstoff der Kost nur 10,4 Grmm. im Harn wieder. Der zweite Hund wog anfangs 12,5 Kilogramm und wurde nach und nach 18 Kilogramm schwer; er blieb im Mittel aus 3 Reihen mit 750 Grmm. Fleisch auf seinem Gewichte und entleerte von 22,6 Grmm. Stickstoff der Nahrung 15,8 Grmm. im Harn, so dass also 6,8 Grmm. anderweit untergebracht werden müssen. Die beiden Hunde haben offenbar Fleisch angesetzt, denn sie sind beide ansehnlich schwerer geworden; der erste brauchte sicherlich wegen seines Fettreichthums am Körper wenig Fleisch zur Erhaltung, so dass er mit 500 Grmm. Fleisch schon ansetzen konnte; für den zweiten waren 750 Grmm. bei einem Gewicht von 12,5 Kilogramm sehr viel, daher ein Fleischansatz wohl möglich war. Das von Bischoff gefundene Deficit lässt sich aber nicht ausschliesslich auf diese Weise erklären, denn es fanden sich einmal bei Hund II. bei einer Fütterung mit 250 Grmm. Fleisch, wobei das Thier im Tag 70 Grmm. an Gewicht verlor, statt 7,5 Grmm. nur 2,3 Grmm. Stickstoff im 24stündigen Harn, also weniger als beim Hunger; es wären hier, wenn der Körper 5.2 Grmm Stickstoff als Fleisch noch zurückbehalten hätte, nur 75 Grmm. im Tag zersetzt worden. Da dies jedenfalls viel zu wenig ist, vielmehr der Hund bei Darreichung von 250 Grmm. Fleisch noch Fleisch vom Körper hergegeben haben wird, so muss der Abgang von Stickstoff im Harn und Koth noch einen anderen Grund gehabt haben.

Bischoff hatte die Fleischmenge gesucht, welche das Thier auf seinem Gewichte erhält; wenn er eine Zunahme desselben bei der Fleischnahrung wahrnahm, so schloss er, wie es nach den damaligen Kenntnissen am natürlichsten war, es sei so viel Fleisch angesetzt worden und zog daher den Stickstoff desselben von dem in der Nahrung ab; hatte umgekehrt das Gewicht sich vermindert, so musste der Körper um die betreffende Grösse an Fleisch abgenommen haben, dessen Stickstoffgehalt dem der Einnahmen zuaddirt wurde. Wir befanden uns im Anfange unserer Untersuchungen noch auf dem gleichen Standpunkte, wir wollten die Menge der ein-

fachen oder zusammengesetzten Nahrung finden, welche den Körper auf seinem Gewicht erhält, um die Nahrungsäquivalente zu bestimmen. Es hat sich aber nach langem Suchen herausgestellt, dass das Körpergewicht kein Maassstab ist für den Verbrauch an Eiweiss oder Fett; es kann bei der gleichen Nahrung das Gewicht sehr schwankend sein, bei Abzug von Fleisch der Nahrung grösser werden, bei einem Zusatz fallen; es kann der Körper bei Verhältnissen, unter denen sicher eine Abgabe von Fleisch stattfindet, an Gewicht zunehmen und umgekehrt. Ich werde später noch die Belege dafür beibringen, dass das Wasser hierbei eine bedeutende Rolle spielt. Wenn man aber auch diese unrichtigen Annahmen, wie ich es bei meinen obigen Citaten gethan habe, nicht macht, so ist doch noch ein ansehnlicher Verlust an Stickstoff in Bischoff's Reihen vorhanden.

Es bleibt daher auch jetzt noch bei den früher [1]) gemachten Angaben, man muss es für wahrscheinlich halten, dass das damals an Hunden beobachtete Deficit zum weitaus grössten Theile von einer Zersetzung des Harnstoffs in kohlensaures Ammoniak herrührte. Dies lässt sich ohne Zwang aus den Erscheinungen, die die beiden Hunde zeigten, entnehmen. Der Harn des Hundes Nr. I. reagirte manchmal alkalisch, auch wenn er ganz frisch gelassen war; der des zweiten Hundes reagirte stets alkalisch [2]). Ich habe niemals (ausser bei sehr starker Leimfütterung), obwohl ich eine grosse Anzahl von Hunden bei der verschiedensten Nahrung untersuchte, einen alkalischen Harn beobachtet, derselbe reagirte immer, auch nach mehrtägigem Stehen sauer. Das Auftreten eines alkalischen Hündeharns ist also jedenfalls ein seltenes Vorkommen; es hat trotz der Bemerkungen von Vogt [3]) nichts auffallendes, wenn sich bei manchen Hunden der Harnstoff in der Harnblase in kohlensaures Ammoniak zerlegt und somit Stickstoff verloren geht. Nach unseren jetzigen Erfahrungen wird man daher nur solche Hunde zu Ernährungsversuchen verwenden, bei denen eine Zersetzung nicht statt hat und deren Harn sauer reagirt. Ich glaube, es

---

[1]) Der Harnstoff als Maass etc. S. 54 und Gesetze der Ernährung S. 28.
[2]) a. a. O. S. 162.
[3]) a. a. O. S. 48.

ist nach den Bemerkungen in unserem Buche klar, dass wir die früheren Versuche von Bischoff, weil bei ihnen ein nicht bestimmbarer Antheil von Stickstoff verloren gegangen war, für unbrauchbar hielten. Wir sagen darin (S. 260): „ist es der Fall (dass der Harnstoff sich zersetzt oder nicht aller Stickstoff im Harn und Koth auftritt), so fehlt bis jetzt jede Basis einer weiteren Untersuchung und das ganze Verfahren der Harnstoffbestimmung ist nutzlos."

Nichts desto weniger nimmt Funke die älteren verworfenen Angaben noch in sein Lehrbuch (S. 621) auf. Er giebt an, dass damals das Stickstoffdeficit als eine constante von der Quantität der Nahrung unabhängige Grösse sich herausstellte, obgleich ich in meinen physiologisch-chemischen Untersuchungen (S. 28) bemerkt hatte, dass auf S. 89 von Bischoff's Buch sich ein Rechenfehler eingeschlichen habe, nach dessen Berichtigung bei reichlicher Fleischfütterung nicht nur 3 — 6 Grmm. Stickstoff für den Tag fehlen, sondern 15.3 Grmm., und obgleich sich nach Aufnahme von viel Fleisch auch für den zweiten Hund das Gleiche herausstellt, sobald man die von uns ausdrücklich als falsch bezeichnete [1]) Anwendung der Gewichtsverhältnisse ausser Rechnung lässt, denn er entleerte dann von 51.38 Grmm. Stickstoff der Nahrung nur 35.99 Grmm. im Harn, also 15.39 Grmm. anderswo [2]). Ich weiss nicht, was es für einen Zweck und Sinn haben mag, in einem Lehrbuche Dinge aufzunehmen, die mit ausführlicher Angabe der Gründe von ihrem Autor selbst als unrichtig erkannt worden sind.

Ich habe hiemit die Ursachen aufgezählt, wesshalb früher bei den statistischen Untersuchungen in nahezu allen Fällen ein Abgang von Stickstoff im Harn und Koth wahrgenommen wurde. Nachdem jetzt mit schwerer Mühe die Principien festgestellt sind, ist es ein leichtes an anderen Organismen zu zeigen, dass auch für sie das Gesetz der Abscheidung des Stickstoffs im Harn und Koth Geltung habe.

VI.

Auf anderen Wegen als durch Nieren und Darm geht für gewöhnlich kein Ammoniak fort.

---

[1]) a. a. O. S. 30.

[2]) Bischoff, a. a. O. S. 175.

Der Hauptbeweis für eine anderweitige Stickstoffausscheidung als durch Harn und Koth, der in den Ergebnissen der sogenannten indirekten Bestimmungen gesucht wurde, ist gefallen. Es bleibt nun noch die Aufgabe übrig, zu prüfen, ob nicht in den übrigen Abscheidungswegen des thierischen Organismus die Möglichkeit einer Abgabe von Stickstoff aus den im Körper umgesetzten Substanzen gegeben ist.

Man hat vor Allem in den gasförmigen Ausscheidungen von Haut und Lungen eine Quelle einer Stickstoffabgabe gesucht.

Man glaubte, es könnten die stickstoffhaltigen Stoffe im Körper sich so zersetzen, dass ein Theil des Stickstoffs derselben als Stickgas hinweggeht, und man führte als Beweis für diesen Vorgang die Respirationsuntersuchungen von Marchand und Regnault und Reiset an, von denen die ersteren bekanntlich eine Ausscheidung, die letzteren bald eine Ausscheidung, bald eine Aufnahme von Stickstoff nachweisen haben wollen.

Pettenkofer und ich haben schon früher [1]) darauf aufmerksam gemacht, dass obige Beobachtungen zum Theil durch fehlerhafte Einrichtungen der Apparate veranlasst worden sind, und Pettenkofer hat neuerdings die Gründe hiefür nochmals eingehend auseinandergesetzt [2]). Er hat angegeben, dass bei den vielen Verbindungsstellen und der Anwendung von Kautschuk ein absolut dichter Schluss nicht herzustellen ist und dass daher die Diffusion der Gase von und nach dem Athemraum nicht zu vermeiden war, deren Wirkung bei dem geringen Volum der eingeschlossenen Luft und der langen Dauer des Versuchs sehr gross werden kann. Namentlich bei Saugvorrichtungen ist es unmöglich, die Diffusion nach innen abzuhalten; Pettenkofer hat gefunden [3]), dass beim Saugen von Luft durch ein System von Absorptionsröhren die Luft nie frei von Kohlensäure wird, denn durch den beim Saugen hergestellten Druckunterschied tritt immer Luft von aussen nach innen; wenn aber beim Saugen Kohlensäure eintritt, so findet ein solcher

---

[1]) Annalen der Chemie und Pharmacie. 1863. II. Suppl.-Bd. S. 60 und S. 376.
[2]) Diese Zeitschrift. Bd. I. S. 38.
[3]) Annalen der Chemie und Pharmacie. 1863. II. Suppl.-Bd. S. 47.

Durchgang auch für den Stickstoff statt. In der Glocke, in welcher das Thier athmet, werden ferner Hunderte von Litern vorher bereiteten und aufbewahrten Sauerstoffgases verbraucht, dessen fremde Bestandtheile sich in der Glocke ansammeln; wer kann grosse Mengen Sauerstoff vollkommen rein und frei von atmosphärischer Luft bereiten? Man wird einer Stickstoff-Aufnahme oder Abgabe durch die Perspiration eines Thieres erst dann Glauben beimessen können, wenn die Luft des Athemraumes nach dem Verbrennen eines stickstofffreien Stoffes während 24 Stunden keine Aenderung in ihrem Stickstoffvolum wahrnehmen lässt; es ist kaum zu bezweifeln, dass bei einem Controlversuche mit einer Stearinkerze eine ähnliche Vermehrung oder Verminderung des Stickstoffs aufgetreten wäre, wie wenn ein Thier sich in dem Raume befunden hätte. Die Eigenthümlichkeit des Verfahrens von Regnault und Reiset, den Stickstoff im Apparat zu lassen und nur den Sauerstoff und die Kohlensäure zu wechseln, welches allein die Garantie zu bieten schien, eine Aenderung des Stickstoffs durch das Athmen wahrzunehmen, wurde zur schwächsten Seite desselben, indem bei einem geringen positiven oder negativen Stickstoffdruck ein Diffusionsstrom nicht zu vermeiden ist und alle dem angewandten Verfahren anhängenden Fehler auf Rechnung des Stickstoffs kommen. Kleine Differenzen in der Menge des Stickstoffs ergeben sich daher mit Nothwendigkeit aus der Anordnung des Versuchs; es wird nach der ganzen Anlage desselben viel häufiger ein Eindringen von Stickstoff als ein Heraustreten stattfinden müssen.

Die Fehler des Apparates können jedoch nicht alle Schwankungen im Stickstoffgehalt des Athemraums erklären, da eine Aufnahme und Abgabe von Stickgas im Körper sicherlich stattfindet. Ist aber damit erwiesen, dass dieses Stickgas von einem stickstoffhaltigen Bestandtheil des Thierkörpers herrührt oder zu einem solchen wird, also einen Antheil an den Ernährungs- oder Zersetzungs-Processen hat? Gewiss nicht. Regnault und Reiset haben wenigstens solche Schlüsse nicht gezogen, sondern nur diejenigen, welche die Versuche benutzten, um damit etwas zu beweisen, was durch sie viel eher zu widerlegen war. Die beiden französischen Forscher fanden bei dem ganzen Vorgange nicht die mindeste Gesetzmässigkeit auf,

denn die Werthe waren unter sonst gleichen äusseren Verhältnissen äusserst verschieden. Wenn unter gewissen Umständen Stickstoff aufgenommen wird, was soll dann mit ihm geschehen? Darüber herrscht bis jetzt vollkommenes Schweigen, da man doch nicht wagt zu sagen, der Stickstoff der Luft bilde mit Bestandtheilen des Körpers z. B. dem Fett Eiweiss und diene so zur Ernährung. Aber an dem umgekehrten Satz, dass bei einer Abgabe von gasförmigem Stickstoff dieser aus stickstoffhaltigen Substanzen des Körpers abstammt, wird nicht der geringste Anstoss genommen. Wer hat aber dafür den Beweis beigebracht? Wir kennen bis jetzt keine einzige Thatsache, die eine Bildung von Stickgas aus den stickstoffhaltigen zusammengesetzten Bestandtheilen des Körpers bei den in ihm vorkommenden intensiven Oxydationsprocessen wahrscheinlich macht; es haben sich in diesem Sinne namentlich Liebig und Marchand[1]) entschieden ausgesprochen. Letzterer nahm eine Entstehung von Stickgas bei der Zersetzung der Nahrung im Darmkanal an, was aber durch die neueren Untersuchungen der Darmgase völlig widerlegt wird (Planer und Ruge).

Es ist jedoch möglich, den Nachweis zu führen, dass der Stickstoff der atmosphärischen Luft in den Körper aufgenommen und dann wieder als solcher, ohne weiter sich bei den Lebens-Vorgängen betheiligt zu haben, nach aussen abgegeben wird. Alle Flüssigkeiten des Körpers enthalten eine gewisse Menge von Stickgas absorbirt. In dem Blute unseres Hundes, das etwa 2500 Grmm. beträgt, sind 0.06 Grmm. freien Stickgases enthalten, wenn man die Angaben von Schoeffer zu Grunde legt, nach denen im Blut 1.8 Vol. $^0/_0$ Stickstoff sich befinden[2]). In den übrigen Säften des Körpers ist ohngefähr die gleiche Stickstoffmenge wie im Blute, wenigstens fand Planer in einer Ascitesflüssigkeit 2.11 Vol. $^0/_0$, so dass die in den Flüssigkeiten des ganzen Körpers absorbirte Stickgasmenge keine unbeträchtliche ist. Dieser Gehalt der Säfte an Stickstoff, der unzweifelhaft von der atmosphärischen Luft stammt, ist mannigfachen Veränderungen unterworfen. Im Harn wird stets ein Theil

[1]) Journ. für prakt. Chemie. 1844. Bd. 33.
[2]) Zeitschrift f. rat. Med. N. F. Bd. XI. S. 1.

davon entführt; in 1000$^{c. c.}$ Harn sind nach Planer[1]) 0.013 Grmm. freien Stickgases (im Mittel 1.01 Vol. %). Nach den genauen Analysen der an verschiedenen Stellen des Darmes angesammelten Gase von Planer[2]) und von Ruge[3]) steht es ferner fest, dass im Darm derselbe Vorgang stattfindet wie in der Lunge; es wird in den Magen atmosphärische Luft aufgenommen, deren Sauerstoff und Stickstoff allmählich abnimmt; dieser Stickstoff wird nach den Gesetzen der Diffusion ins Blut aufgenommen und durch die Respiration wieder weggeschafft. Ein Thier verschluckt bei der Nahrungsaufnahme eine nicht unbedeutende Menge Luft, namentlich wird dies beim Pflanzenfresser der Fall sein, dessen Futterballen nach dem Kauen mit Luftbläschen ganz durchsetzt ist und der einen grossen Theil der Zeit diesem Geschäfte obliegt. Es findet hier dieselbe Darmrespiration statt, wie sie Baumert für den Schlammpeitzger beschrieb. Wenn im Darm während der Verdauung eine reichliche Gasentwicklung, z. B. von Kohlensäure, Grubengas oder Wasserstoffgas stattfindet, wie sie vor Allem bei Pflanzenfressern vorkommt, so wird dadurch nicht nur aller Stickstoff der im Darm befindlichen Luft, sondern auch der im Blut und den Säften des Organismus absorbirte ausgetrieben und durch die anderen Gase ersetzt werden. Die Richtigkeit dieser Erklärung zeigt wohl am schlagendsten die starke Stickstoffausscheidung aus dem Körper, wenn man den Stickstoff der zu athmenden Luft durch Wasserstoffgas ersetzt. Allen und Pepys liessen Meerschweinchen eine Luft aus 1 Theil Sauerstoff und 4 Theilen Wasserstoff athmen und beobachteten danach eine Abgabe einer Stickgasmenge, die das Volum des Thieres sechs mal übertraf. Zu dem gleichen Resultate kamen Regnault und Reiset; ein Kaninchen hatte in 24 Stunden unter gewöhnlichen Verhältnissen 0.125[4]) und 0.269[5]) Grmm. Stickgas entfernt, beim Athmen einer Luft, in welcher der Stickstoff durch Wasserstoff ersetzt war, betrug

[1]) Wien. Zeitschrift 1859. N. F. Bd. 2. S. 30.
[2]) Sitz.-Ber. d. Wien. Acad. Bd. 42. Nr. 24. 1861. S. 307.
[3]) Ebendaselbst Bd. 44. S. 739.
[4]) Versuch Nr. 89.
[5]) Versuch Nr. 24.

die Stickstoffausscheidung 1.25 Grmm.; ein Hund, der sonst[1]) im Tag 0.105 Grmm. Stickgas abgab, lieferte im letzteren Falle[2]) 0.45 Grmm. Zu diesen Versuchen bemerken Regnault und Reiset[3]): „es ist aber leicht möglich, und selbst wahrscheinlich, dass der grössere Theil des ausgeathmeten Stickstoffs von atmosphärischer Luft herrührt, die sich in den verschiedenen Höhlungen des Thieres befand, und welche allmählich durch das die neue Luft bildende Gas ersetzt wurde." Es ist klar, dass nahezu Alles im Körper befindliche Stickgas in dem Fall, wo der äussere Athemraum keines enthält, wie in einen luftleeren Raum abgegeben wird. Wenn dies sich in der That so verhält, warum soll die gewöhnliche Abscheidung oder Aufnahme einer viel kleinern Menge von Stickstoff auf einem ganz andern Vorgang beruhen und nicht durch ähnliche Verhältnisse bedingt sein? Ist die Luft, in der das Thier vorher lebte, anders zusammengesetzt gewesen, als die des Athemraums am Schluss des Experiments, wie es bei den früheren Respirationsversuchen durchgängig der Fall war, so wird nach Pettenkofer's Bemerkung ebenfalls ein Austausch der Luft in den Höhlen des Körpers und der zwischen den Haaren und Federn in den Apparat gebrachten vor sich gehen. Der Stickstoffgehalt des Athemraums wird sich ändern, wenn das Thier während einer Ausathmung in denselben gebracht und während der Einathmung daraus entfernt wurde; die Lunge enthält überhaupt, je nach dem Modus der Athmung, wie Jeder weiss, sehr verschiedene Mengen von Luft. Aus alledem resultirt je nach den Umständen eine Zunahme oder Abgabe des Stickstoffgehalts des eingeschlossenen Luftraums, in dem das Thier athmet, was aber mit den Ernährungs- und Zersetzungsvorgängen im Körper nicht das Mindeste zu schaffen hat. Liebig hat schon im Jahre 1842[4]) auf diese Verhältnisse in überzeugender Weise aufmerksam gemacht. Die Physiologen liessen sich aber dadurch in ihren vorgefassten Meinungen nicht irre machen, da sie

---

[1]) Versuch Nr. 34.

[2]) Versuch Nr. 93.

[3]) a. a. O. S. 305.

[4]) Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie und Pathologie 1842. S. 116 u. 120.

eine Stickstoffabgabe nöthig hatten, um die Resultate falscher Versuche zu erklären. Liebig sagte: „aus der ungleichen Menge von Luft, welche bei verschiedenen Thierklassen bei dem Kauen der Speisen mit dem Speichel in den Magen gelangt, erklären sich die wohlbegründeten Beobachtungen der Physiologen, welche die Thatsache ausser Zweifel gestellt haben, dass die Thiere durch Haut und Lunge reines Stickgas ausathmen, eine Erfahrung, die um so wichtiger ist, da sie in sich selbst den entscheidensten Beweis trägt, dass der Stickstoff der Luft in der thierischen Oekonomie keine Verwendung findet. Die Unterschiede in der Menge des ausgeathmeten Stickgases von verschiedenen Thierklassen erklären sich hiernach leicht; die Herbivoren verschlucken mit dem Speichel mehr Luft wie die Carnivoren; sie athmen mehr Stickgas aus, beim Fasten weniger wie nach frisch genossener Nahrung.“

Damit erklären sich die Angaben von Regnault und Reiset über die Veränderung des Stickstoffs vollkommen. Man hat den wahren Werth derselben bis jetzt misskannt, da man sie nicht objectiv prüfte, sondern mit gewissen Meinungen an sie herantrat. Daher kam es, dass die gleichen Ergebnisse, wie ich früher schon erwähnte, zu den verschiedensten Schlussfolgerungen benützt wurden; nach den einen bewiesen sie, dass der bedeutende im Harn und Koth nicht aufgefundene Antheil des Stickstoffs der Nahrung durch Haut und Lungen entfernt werde (die meisten Physiologen), nach andern widerlegten sie die Resultate der statistischen Versuche und eine Stickstoffausscheidung durch die Perspiration (Bidder und Schmidt); nach andern endlich sind sie sogar falsch, weil sie nicht genug Stickstoff in den Athemprodukten ergaben (Donders).

Da es unzweifelhaft ist, dass der Stickstoff der atmosphärischen Luft nach den Gesetzen der Diffusion in den Körper ein- und austritt, so kann uns auch die genaueste Untersuchung der Athemgase nicht Aufschluss darüber geben, ob von den stickstoffhaltigen Bestandtheilen des Organismus Stickstoff gasförmig in die Respiration geschickt worden ist, dies kann nur die Analyse der Nahrung und des Harns und Koths entscheiden, durch welche ich, hoffentlich für Jedermann überzeugend, das Austreten allen Stickstoffs in diesen Exkreten dargethan habe. Man hat gesagt, bei der

Untersuchung von Regnault und Reiset sei der Stickstoff direkt bestimmt worden, während man die statistischen Versuche indirekte nannte, denen daher weniger Werth zuzuschreiben sei; es verhält sich aber gerade umgekehrt, denn bei der Analyse des Harns und Koths wird der Stickstoffgehalt direkt ermittelt und bei Erhaltung des Körpers genau so viel gefunden, als in der Nahrung gereicht worden war, bei den Respirationsversuchen wird der Rest als Stickstoff betrachtet, der also nicht direkt bestimmt wird, so wenig wie der Sauerstoff bei der Elementaranalyse. Wenn die Respirationsversuche etwas beweisen sollen, muss man angeben können, wie viel von dem im Körper umgesetzten Stickstoff im Harn und Koth erscheint und wie viel davon für Haut und Lungen übrig bleibt; sobald die Stickstoffmengen der Einnahmen und Ausgaben sich nicht decken, sind Fehler in den Methoden oder ein Wechsel von Stickgas der Atmosphäre vorhanden. Von einem solchen Nachweis sind die Respirationsversuche aber weit entfernt.

Man hat vielfach eine Stickstoffausscheidung durch Haut und Lungen in der Form von Ammoniak angenommen; es spricht aber kein einziger Versuch dafür, dass die Menge des dabei austretenden Ammoniaks so gross sei, um für unsere Frage in Betracht kommen zu können.

Durch die unter meiner Leitung ausgeführten Arbeiten von Zabelin[1]) und Lossen[2]) ist gezeigt worden, dass die Angaben über die Gegenwart von Ammoniak im Athem auf sehr schwachen Füssen ruhen; es blieb schliesslich nur ein von Thiry herrührender Versuch übrig, gegen den damals nichts eingewendet werden konnte, der aber auch, wie ich demnächst nachweisen werde, auf einer Täuschung beruht. Bei den Bestimmungen der Quantität des im Athem befindlichen Ammoniaks erhielt man entweder gar keines oder nur Spuren davon. Zu den ersteren gehören die Beobachtungen von Regnault und Reiset und von Reuling; zu den letzteren die von Thompson, Grouven, Lossen, Pettenkofer und mir. Thompson fand im Tag beim Menschen 0.0516 Grmm.

---

[1]) Annalen der Chemie u. Pharmazie. 1863. Bd. 130, S. 54.

[2]) Diese Zeitschrift. Bd. I. S. 207.

Ammoniak in der Respirationsluft, Lossen 0.0104 Grmm., Grouven in der Gesammtperspirationsluft beim Menschen 0.0488 Grmm., beim Hunde 0,0398 Grmm. Was man auch über den Ursprung dieser minimalen Ammoniakmengen für eine Ansicht haben möge, so viel steht doch jedenfalls fest, dass die Abgabe von Ammoniak durch Haut und Lungen verschwindend klein ist und bei unseren Versuchen ganz vernachlässigt werden kann. Vogt versuchte[1]) in seiner Weise uns gegenüber einen Ammoniakverlust durch den Athem plausibel zu machen, indem er mittheilt: „Dann muss ich noch bemerken, dass einer meiner Freunde häufig, nicht nur bei Hunden, sondern sogar auch bei Kaninchen, die Bildung von Nebeln an einem mit Säuren befeuchteten Glasstabe beobachtet hat, den man den Thieren beim Ausathmen vor die Nase hält, und dass es leicht ist, durch die so empfindliche Probe mit Hämatoxylin nachzuweisen, dass die Athemgase in der That wenigstens etwas Ammoniak enthalten.“ Sein Freund, der offenbar nicht bewandert in derlei Dingen ist, hat ihn hier falsch berichtet; denn die Nebel zeigen sich nur bei Anwendung von concentrirter Salzsäure, die aus der Athemluft Wasserdampf condensirt, und nie bei solcher, die kein Wasser mehr anzieht; welche Bedeutung aber der rothen Färbung des Hämatoxylinpapiers zuzuschreiben ist, hat schon Zabelin in der oben angegebenen Abhandlung auseinander gesetzt.

Vielleicht gehen aber andere stickstoffhaltige Stoffe, flüchtige organische Verbindungen, durch Haut und Lungen fort? Woher rührt, frägt Vogt, der höchst unangenehme Geruch der Hunde, sollte dies nicht einen Fingerzeig dafür geben, dass auf diesem Wege eine Stickstoffausscheidung stattfinden könne? Es ist natürlich unnöthig, auf solche Möglichkeiten, wie sie Vogt hinwirft, einzugehen; denn auf diese Art und Weise wäre man im Stande, Alles anzuzweifeln oder zu beweisen. Könnte ich nicht mit dem gleichen Rechte sagen, es ist mir wahrscheinlich, dass die jetzt angenommene Zusammensetzung vieler organischen Stoffe unrichtig ist, denn sie enthalten vielleicht allerlei noch unbekannte Elemente? Niemand würde auf ein solches Gerede Acht haben, nicht weil die Behaupt-

[1]) a. a. O. S. 29.

ung an und für sich undenkbar ist, denn es ist ja ein solcher Fall beim Taurin schon vorgekommen, sondern weil ich zunächst irgend einen Beleg für die Wahrheit eines solchen Auspruchs beibringen muss. Sobald Vogt darthut, dass der Geruch der Hunde durch flüchtige stickstoffhaltige Stoffe veranlasst ist und dass dabei zu berücksichtigende Quantitäten von Stickstoff entfernt werden, werde ich meine auf den Stickstoffgehalt des Harns und Koths basirten Schlüsse zurückziehen. Bis jetzt wissen wir aber noch nichts von einem solchen Vorgange, wie ihn Vogt für denkbar hält; vielmehr weisen die Experimente allen Stickstoff im Harn und Koth nach.

Bei manchen Pflanzen kommt in der That eine Ausscheidung flüchtiger stickstoffhaltiger Verbindungen vor; so machte W. Wicke[1]) die schöne Beobachtung, dass Chenopodium vulvaria, eine wegen ihres eigenthümlichen Geruchs bekannte Pflanze, mit dem Wasser Trimethylamin ausdünstet, das aus dem Condensationswasser mit Platinchlorid gefällt werden kann. Bei Thieren hat man aber noch nichts Aehnliches entdecken können. M. Edenhuizen[2]) fand zwar bei einigen Thieren, deren Haut er mit einem dichten Ueberzug umgeben hatte, im Unterhautzellgewebe Krystalle von phosphorsaurer Ammoniakmagnesia; da er nun an einer vom Firniss freien Stelle mit Hämatoxylinpapier deutliche Spuren eines flüchtigen Alkalis nachweisen zu können glaubte, so schloss er daraus, dass die Thiere normal einen solchen Stoff, wahrscheinlich ein flüchtiges organisches Alkali, eine Aminbase, durch die Haut ausscheiden, welche durch den künstlichen Ueberzug zurückgehalten und zersetzt wird. Wenn es auch richtig wäre, dass nach Abschliessung der Hautoberfläche an einer offenen Stelle eine flüchtige Ammoniakverbindung weggeht, was ich aber wegen der grossen Trüglichkeit des Hämatoxylinpapiers noch nicht für ausgemacht halte, so ist noch nicht dargethan, dass dieser Vorgang normal immer stattfindet. Wie leicht können bei Unterdrückung der Hautthätigkeit, wobei seröse Ergüsse in der Haut sich ansammeln, das ganze Gewebe derselben

---

[1]) Annalen der Chemie und Pharmazie. 1863.
[2]) Zeitschrift für rat. Med. 1863. Bd. 17. S. 35.

sich alterirt zeigt und im Harn Eiweiss auftritt, Zersetzungen eingeleitet werden, in Folge deren Ammoniak in der Perspiration und Krystalle von phosphorsaurer Ammoniakmagnesia unter der Haut gefunden werden. Auffallender Weise zeigen sich nach Edenhuizen letztere Erscheinungen beim Hunde nicht, sei es, wie er sagt, dass bei diesen Thieren die Hautperspiration auf ein Minimum reducirt ist oder die zurückgehaltenen Perspirationsstoffe nicht von so deletärer Beschaffenheit sind, als die bei den anderen Thieren und sie vielleicht wenig oder keinen Stickstoff enthalten. Ich mache darauf aufmerksam, dass die Thiere, die nach Edenhuizen vorzüglich die beschriebenen Symptome darboten, solche waren, welche normal einen alkalischen sich leicht zersetzenden Harn entleeren, z. B. Kaninchen, Schaafe etc., es deutet dies auf eine Zersetzung von stickstoffhaltigen Stoffen im Körper hin. Keinesfalls ist durch diese Versuche die Ausscheidung solcher Stoffe am normalen Organismus erwiesen.

Nach den Untersuchungen der durch Haut und Lungen entfernten Gase können organische Stickstoffverbindungen darin höchstens in Spuren vorkommen; die zur Wasserabsorption vorgelegte concentrirte Schwefelsäure wird in 24 Stunden kaum gelblich gefärbt; die meisten der fraglichen Stoffe werden von der Salzsäure aufgenommen und durch Platinchlorid gefällt, sie hätten also zugleich mit dem Ammoniak von uns bestimmt werden müssen, dessen Menge aber nach meinen obigen Angaben gar nicht berücksichtigt werden kann.

Es bleibt mir schliesslich nur noch übrig, die Abscheidung fester Stoffe durch die Haut, von Epidermisschuppen und Haaren oder von im Schweisse gelösten stickstoffhaltigen Exkretionsprodukten zu betrachten. Man hat häufig das früher angenommene Stickstoffdeficit im Harn und Koth auf die eben genannten Faktoren zurückzuführen gesucht. Da aber das Deficit, was man erklären wollte, nicht vorhanden ist, so fällt diese Ansicht zusammen. Man könnte höchstens glauben, die Angaben über die Grösse der Abschuppung an der Haut und der Ausscheidung von Zersetzungsstoffen ständen im Widerspruch mit der Ansicht von der Entleerung allen Stickstoffs durch Harn und Koth. Dies ist aber keineswegs der Fall.

Valentin[1]) lässt zwar den von Boussingault im Harn und Koth des Pferdes nicht aufgefundenen Stickstoff des Futters (24 Grmm.) durch Häutung der Epithelien, Haare, Nasenschleim, Mundschleim, Thränen u. s. w. weggehen. Da beim Pferde die Epithelien und Haare jedenfalls den Hauptantheil an diesen Abscheidungen ausmachen, so müssten, um 24 Grmm. Stickstoff zu verlieren, etwa 150 Grmm. trockner Epidermis und Haare im Tag abgestossen werden, wovon jedoch keine Rede sein kann, da Valentin selbst diesen Verlust beim Pferde nur zu etwa 5 Grmm. im Tag anschlägt[2]).

Es ist gewiss, dass den Thieren Epidermisschuppen und Haare ausfallen und dadurch dem Körper Stickstoff entzogen wird; es handelt sich jedoch darum, ob dieser Stickstoffverlust so ansehnlich ist, dass wir darauf Rücksicht nehmen müssen. Alles, was wir davon wissen, lässt eine verneinende Antwort ertheilen.

Was zunächst den Hund anbelangt, so hatten wir uns schon bei unseren früheren Untersuchungen überzeugt, dass der Stickstoff der ausfallenden Haare, welche zum Theil verschluckt werden und dadurch mit dem Koth in Rechnung kommen, zu vernachlässigen ist; hätte Vogt die Bemerkung hierüber in der Haupttabelle unseres Buchs beachtet, so hätte er sich seine Einreden ersparen können. Da die Hunde sich in einem mit Glas ausgelegten Käfig befinden, so ist es möglich, die während einer gewissen Zeit abgefallenen Haare und Epidermisschuppen zu sammeln und ihr Gewicht zu bestimmen; ich habe dies eine sehr lange Zeit hindurch gethan. Die dabei erhaltenen Resultate sind in folgender Tabelle zusammengefasst.

Datum.	Zahl der Tage.	Gewicht der Haare.	Gewicht der Haare im Tag.	Bemerkungen.
25. Oct. bis 8. Nov. 57	14	48.5	3.4	Härung
8.—15. Nov. 57	7	12.8	1.8	
15.—22. Nov. 57	7	12.3	1.7	
22. Nov. bis 3. Dec. 57	11	12.1	1.1	
3. Dec 57 bis 6. Jan. 58	34	43.3	1.2	
6.—22. Jan. 58	16	20.0	1.2	

[1]) Handwörterbuch der Physiol. Bd. I. S. 405.

[2]) a. a. O. S. 432.

Datum.	Zahl der Tage.	Gewicht der Haare.	Gewicht der Haare im Tag.	Bemerkungen.
22. Jan. bis 1. Febr. 58	10	39.1	3.9	Härung
1.—24. Febr. 58	23	57.7	2.5	Härung
24. Febr. bis 17. März 58	21	19.7	0.9	
17. März bis 6. Mai 58	36	18.1	0.5	
29. Sept. bis 10. Oct. 58	12	19.5	1.6	
11.—24. Oct. 58	14	16.7	1.2	
25. Oct. bis 16. Nov. 58	23	28.5	1.2	
17.—23. Nov. 58	7	17.0	2.4	
24. Nov. bis 2. Dez. 58	13	34.0	2.6	
1.—8. August 62	7	22.5	3.2	Härung
11. Febr. bis 1. April 63	49	18.5	0.4	
1. April bis 26. Juli 63	117	212.0	1.8	
16. April bis 16. Juni 64	62	46.5	0.7	
4. Juli bis 4. August 64	31	35.3	1.1	
17.—24. Oct. 58	8	8.0	1.0	Hund Nr. III.
25.—31. Oct. 58	8	20.0	2.5	
1.—15. Nov. 58	14	24.6	1.7	
16.—23. Nov. 58	8	12.9	1.6	
24. Nov. bis 6. Dez. 58	13	9.0	0.7	

Die obigen Beobachtungen umfassen einen Zeitraum von 565 Tagen; im Mittel werden im Tag 1.2 Grmm. Epidermis und Haare abgestossen, bei der stärksten Härung 3.9 Grmm. 3.2757 Grmm. der Haare wogen bei 100° trocken 2.9532 Grmm., sie enthielten demnach 6.8% Wasser und 93.2% feste Theile; nach Laer befinden sich in den trockenen Haaren 17% Stickstoff. Nach diesen Zahlen werden beim Hund im Mittel im Tag 0.18 Grmm. Stickstoff durch Haare und Epidermis entfernt, im Maximum 0.6 Grmm. Der Abgang von Stickstoff auf diesen Wegen ist so klein, dass man bei seiner Einrechnung die Uebersicht unnöthig erschweren würde; wer sich jedoch damit nicht zufrieden geben will, hat in obiger Tabelle die Mittel in der Hand zu sehen, ob er bei Berücksichtigung dieses Postens andere Ergebnisse erhält, als ohne dieselbe.

Grouven[1]) bestimmte bei Ochsen in den Monaten Februar, März und April einen durchschnittlichen täglichen Haarverlust von

[1]) a. a. O. S. 82.

4.8 Grmm., in den übrigen Monaten von 2.1 Grmm.; es ist dies im Verhältniss zum Hund eine sehr unbedeutende Grösse.

Beim Menschen hat Funke[1]) das Gewicht der täglich abgefallenen Epidermisschuppen zu 6 Grmm. bei 100° trocken mit 0.71 Grmm. Stickstoff angeschlagen. Für den hier vorliegenden Zweck ist es gleichgültig, ob dies so ist oder nicht; da jedoch später die Untersuchung des Menschen, welche Ranke begonnen hat, wieder aufgegriffen werden soll, so mag bemerkt werden, dass diese von Funke aus falschen Prämissen berechnete Menge nicht richtig sein kann, wie sich im folgenden Abschnitt ergeben wird. Bischoff[2]) hat sich die Mühe gegeben 6 Grmm. trockene Epidermis abzuwiegen; wer das grosse Volum derselben gesehen hat, wird überzeugt sein, dass der Mensch im Tag nicht so viel verliert.

Eine zweite wichtigere Frage ist die nach der Ausscheidung von stickstoffhaltigen Verbindungen, namentlich von Harnstoff durch die Sekrete der Haut, d. h. den Schweiss und den Talg. Funke hat vor Allen den Verlust von Stickstoff auf diesem Wege hoch angeschlagen. In der dritten Auflage seines Lehrbuchs[3]) heisst es: „dass indessen die Haut dennoch den Abscheidungsweg für jenen (im Harn und Koth fehlenden) Stickstoff bildet, ist nicht zu bezweifeln; ob nun, wie Lehmann andeutet, die Hautabschuppung, das Wachsthum und der Ausfall der Haare dieses Deficit deckt, oder ob die Drüsen der Haut ein stickstoffhaltiges Produkt entleeren, bleibt für die Fleischfresser vorläufig ungewiss. Dass aber beim Menschen das als Schweiss bezeichnete Hautsekret den fehlenden Stickstoff enthält und zwar in Form von Harnstoff, geht wohl aus meinen Versuchen zweifellos hervor. Wir konnten zwar keine genauen absoluten Werthe für die Grösse der Stickstoffausfuhr durch die Haut in gegebener Zeit aufstellen, die ungefähren Rechnungen lehren aber zur Genüge, dass die Haut auch ohne excessive Sekretion genug Stickstoff liefert, um das Deficit vollständig zu decken."

Es muss zunächst wiederum betont werden, dass weder beim

---

[1]) Moleschott's Unters. 1858. Bd. 4. S. 36.
[2]) Zeitschrift für rat. Med. 3 R. Bd. 14. S. 1.
[3]) 1860. Bd. I. S. 556.

Hunde noch beim Menschen das Deficit, das Funke erklären wollte, existirt. Der Hund schwitzt bei den Verhältnissen, unter denen er beobachtet wurde, niemals, es kann also von vornherein von einer Ausscheidung einer stickstoffhaltigen Substanz mit tropfbar flüssigem Schweiss nicht die Rede sein. Funke giebt zu, dass bei den Katzen nach Bidder und Schmidt nahezu aller Stickstoff im Harn und Koth abgeht; warum nimmt er bei diesen Thieren keinen entsprechenden Verlust von Stickstoff durch die Haut an?

Nach den früheren Versuchen von Bischoff handelte es sich beim Hunde um ein Deficit von 6—15 Grmm. Stickstoff, also von 13—33 Grmm. Harnstoff. Es ist mir unbegreiflich, wie Funke meinen konnte, dass die Haut den Abscheidungsweg für eine so grosse Quantität Stickstoff abzugeben vermag. Wo käme denn beim Hunde eine solche Harnstoffmenge hin? Würde sie an der Haut eintrocknen und mit den Haaren abfallen, so müsste sie sich doch mit Leichtigkeit darin nachweisen lassen, während man in der That nicht eine Spur davon entdecken kann. Dass aber beim Hunde von einem berücksichtigungswerthen Verlust von Stickstoff durch andere Abgaben auf der Haut nicht die Rede sein kann, werden die obigen Angaben zur Genüge dargethan haben.

Nach den Zahlen von Barral würden beim Menschen in der Perspiration 8—15 Grmm. Stickstoff (entsprechend 16—31 Grmm. Harnstoff) ausgeschieden werden, während im Harn sich nur 21—23 Grmm. Harnstoff fanden. Es ist, auch ohne von den Ranke'schen Versuchen, die kein Deficit ergaben, etwas zu wissen, ganz undenkbar, dass bei einem Menschen, der wie gewöhnlich und ohne sich eine besondere Bewegung zu machen, lebt, täglich im Mittel 23 Grmm. Harnstoff im Schweiss und nur 22 Grmm. im Harn austreten.

Ich frage wiederum, wo sollte diese Harnstoffmenge bei ihm hinkommen? Ich will nicht behaupten, dass unsere Wäsche nach mehrtägigem Tragen sehr rein aussieht; aber wie müsste sie sich ausnehmen, wenn sich darin für gewöhnlich im Tag so viel Harnstoff, der doch nur einen Bruchtheil der Bestandtheile des Schweisses ausmacht, ansammeln würde, als im Harn befindlich ist? Verhielte es sich so, so dürfte nichts leichter sein, als unter gewöhnlichen Verhältnissen den Harnstoff als krystallinischen Ueber-

zug an der Hautoberfläche, den Haaren und den Mündungen der Drüsen aufzufinden, wie bei der Choleraurämie[1]), bei der nicht einmal viel Harnstoff durch die Haut gehen kann, da nach meinen Beobachtungen nach dem Choleraanfall der zurückgehaltene Harnstoff in Menge, bis zu 96 Grmm. im Tag, mit dem Harne entfernt wird[2]). Angenommen, es könnte bei excessiver Schweissbildung wirklich eine so grosse Quantität Harnstoff durch die Haut austreten, so wird dies bei weniger reichlicher oder gar keiner doch nicht der Fall sein. Wenn man an seiner Person statistische Untersuchungen macht, wird man sich sicherlich hüten, durch angestrengte Bewegung in Schweiss zu gerathen. Es giebt Leute, die nur in den seltensten Fällen schwitzen und deren Haut sich für gewöhnlich trocken anfühlt; besitzen auch diese die Eigenschaft, für gewöhnlich im Tag so viel Harnstoff durch den Schweiss zu excerniren, wie durch den Harn? Aber nach der Meinung von Funke sollte es zweifellos sein, dass der Stickstoff des Schweisses das früher unter allen Umständen beobachtete Deficit im Harn und Koth deckt.

Ich bestreite aber auch, dass bei der reichlichsten Schweissbildung 23 Grmm. Harnstoff durch die Haut gehen, denn die Zahlen, welche Funke für die vom Menschen abscheidbare Schweissmenge angiebt, sind viel zu hoch gegriffen, wie schon Bischoff[3]) entwickelt hat.

Funke[4]) sammelte den Schweiss auf, indem er einen Arm eine Zeit lang, meist während $1^1/_2$ Stunden, in einen Kautschukärmel steckte; er fand so bei sich selbst und zweien seiner Schüler in der Stunde im Hochsommer 3.12—47.961 Grmm. Da aber der eingehüllte Arm $^1/_{17}$ der ganzen Körperoberfläche ausmachte, so hätte der ganze Körper in dieser Zeit bei gleich grosser Schweisssekretion 53—815 Grmm. abgesondert, mit 0.923—6.976 Grmm. festen Theilen (davon 0.614—4.650 Grmm. organisch und 0.307—2.325 Grmm. anorganisch).

---

[1]) Schottin, Archiv für physiol. Heilkunde. Bd. II. S. 73 und Dreschke, Zeitschrift der Ges. der Aerzte zu Wien. Bd. 12. Heft 3 u. 4.

[2]) Zeitschrift für rat. Med. 1855. Bd. 6.

[3]) Zeitschrift für rat. Med. 3 R. Bd. 14. S. 14.

[4]) Moleschott's Unters. 1858. Bd. 4. S. 36.

Funke war es nun gelungen, im Gegensatz zu früheren Beobachtern, unter den organischen Bestandtheilen des Schweisses Harnstoff nachzuweisen, was später von Lothar Meyer[1]) bestätigt wurde. Mit 33.045 Grmm. Schweiss in der Stunde hatte Funke 0.037 Grmm. Harnstoff secernirt, also auf der ganzen Haut 0.631 Grmm; in einem zweiten Fall bei 12.651 Grmm. Schweiss in der Stunde 0.0251 Grmm. und auf der ganzen Haut 0.470 Grmm.

Wollte man auch diese Berechnung auf den ganzen Körper gelten lassen, deren Misslichkeit jedoch Funke selbst einsieht[2]), so ist doch die weitere von ihm versuchte Rechnung völlig unstatthaft; er berechnet nämlich aus den für 1 Stunde erhaltenen Zahlen, wie viel der Körper in 24 Stunden Schweiss abgeben könnte, und findet auf diese Weise ganz enorme Grössen für die mögliche Schweiss- und Harnstoffabsonderung. Funke drückt sich allerdings (S. 584) sehr reservirt aus, indem er sagt: „liesse sich annehmen, dass eine so intensive Schweisssekretion 24 Stunden in gleichem Maasse unterhalten würde;“ aber er benützt dennoch die auf diese Weise berechneten Harnstoffmengen, um zu beweisen, dass der Stickstoffverlust durch den Schweiss ein beträchtlicher ist.

In 24 Stunden würden darnach 1272—19560 Grmm. Schweiss mit 22—168 Grmm. festen Theilen (davon 15—112 Grmm. organisch und 7—56 Grmm. anorganisch) ausgeschieden werden können; die Harnstoffmenge betrüge 10.3—15.1 Grmm.

In der Originalabhandlung sagte Funke ganz richtig, dass es unmöglich ist, 24 Stunden lang stark zu schwitzen. Es ist für Leute, welche sonst zum Schwitzen geneigt sind, eine der unangenehmsten Gefühle, wenn sie, in der Hitze auf starkem Marsch begriffen, in einiger Zeit nicht mehr schwitzen können. Funke hat den Arm meist nur $1^1/_2$ Stunden im Kautschukärmel gelassen, da er bemerkte, dass zuletzt die Schweissmenge sehr abnahm; hätte er den Aermel 24 Stunden lang angelegt, so hätte er wahrscheinlich nicht viel mehr Flüssigkeit erhalten, als in $1^1/_2$ Stunden. Aus dieser Beobachtung schloss er aber nicht, dass die Quantität des Schweisses wie die aller

[1]) Studien des physiolog. Instituts zu Breslau. 1863. Heft 2. S. 168.

[2]) Physiol. I. S. 582.

Sekretionen wegen schliesslicher Erschöpfung des Materials eine begrenzte ist, sondern er meinte, die Schweissmenge nehme nach $1^{1}/_{2}$ Stunden ab, weil dann die Luft im Aermel mit Feuchtigkeit gesättigt sei; ich will diese Erklärung als einen lapsus calami betrachten.

Der Mensch kann also im Tag nicht so viel Schweiss verlieren, wie Funke angenommen hat. Glaubt Funke in der That, dass jemals im Tag 20 Kilo dieses Secrets, d. i. $^{1}/_{3}$ des Körpergewichts abgesondert werden können; es befänden sich darin 112 Grm. organische Bestandtheile (Zersetzungsprodukte des Körpers), also 3 mal mehr als im Harn im Tag entleert werden und 56 Grmm. anorganische Stoffe, die zum grössten Theil aus Kochsalz beständen; der Gesammtkochsalzgehalt im Körper beträgt aber durchschnittlich nur 70 Grmm. Funke berechnet aus diesen Daten eine Harnstoffaussonderung durch die Haut von 15 Grmm. im Maximum, während zur Erklärung des von Barral gefundenen Stickstoffdeficits 23 Grmm. nöthig wären. Es ist daher, ganz abgesehen von der Möglichkeit bei genau angestellten Versuchen allen Stickstoff der Nahrung im Harn und Koth zu finden, unrichtig gewesen, wenn Funke in der 3. Auflage seines Lehrbuchs verkündigte, es gehe aus seinen Versuchen zweifellos hervor, dass der Stickstoff des Schweisses das von Barral und Anderen beobachtete Deficit decke.

Vielleicht aber werden geringere Mengen von Harnstoff unter gewöhnlichen Umständen durch die Haut abgegeben, da, wie Funke[1]) sich ausspricht, die Concentration des Schweisses und sein Harnstoffgehalt mit der abnehmenden Sekretionsintensität erheblich wächst und somit auch bei sehr geringer Absonderung immer noch eine nicht unbeträchtliche Harnstoffmenge durch die Haut nach Aussen geschafft werden kann. Es wird dies desshalb nicht eintreten, weil man für gewöhnlich nicht schwitzt. Auch die von Funke angegebene mindeste Zahl der Schweissabsonderung (1272 Grmm.) ist viel zu hoch. Die genauesten Bestimmungen der Grösse der Hautausdünstung, die von Seguin, haben für den Menschen nur 918 Grmm. ergeben, von denen der weitaus grösste Theil als Wasserdampf weggeht. Dies giebt auch Funke zu, denn er sagt (S. 583):

---

[1]) Lehrbuch. Bd. I. S. 585.

„dagegen entsprechen unsere Minima sicher bei Weitem noch nicht den niedrigsten erreichbaren Werthen, da sie immer noch bei relativ hohen Temperaturen und nicht bei vollständiger Ruhe erhalten sind“. Bei Stoffwechselversuchen wird man sich nun immer so ruhig als möglich verhalten; und wenn die von Funke gefundenen Minima, die etwa 2.5 Grmm. Harnstoff enthalten, sicher bei Weitem noch nicht die niedrigsten Werthe erreichen, was bleibt dann an Harnstoff übrig?

Man ersieht aus alle dem, dass die Beobachtung von Funke über den Harnstoffgehalt des Schweisses nicht in Gegensatz gebracht werden kann mit der Thatsache, dass unter gewöhnlichen Verhältnissen aller Stickstoff im Harn und Koth den Körper verlässt. Wenn aber auch beim Menschen Schweiss gebildet wird, so werden dadurch keine bedeutenden Harnstoffmengen entleert, wie obige Auseinandersetzungen beweisen und auch die Versuchsresultate von Ranke[1]), der nach einem Schwitzbade keine Aenderung im Harnstoffgehalt des Harns, wohl aber eine sehr merkbare (von 3 Grmm.) im Kochsalzgehalt desselben gefunden hat. Dies lässt sich sehr gut mit den Angaben von Lothar Meyer[2]) vereinen, der fand, dass gegen das Kochsalz alle übrigen Bestandtheile des Schweisses sehr zurücktreten.

In der neuen Auflage seines Lehrbuchs hat sich nun Funke (S. 641) im Gegensatz zu seiner früheren Anschauung folgender Maassen ausgesprochen: „Es ist eben so schwer denkbar, dass solche Schwankungen (der Schweisssekretion) bei verschiedenen Individuen oder unter verschiedenen Bedingungen wirklich stattfinden, als dass so enorme absolute Stickstoffmengen, wie einem Deficit von 50 % entsprechen, durch Haut und Lungen den Organismus verlassen können. Auf der anderen Seite ist von vornherein beim Menschen mehr als bei irgend einem Thiere ein wenn auch geringes Deficit mit voller Bestimmtheit zu erwarten. Es lässt sich die direkt constatirte Thatsache nicht wegdisputiren und nicht wegrechnen, dass die Haut des Menschen theils durch die Epithelialabschuppung, theils durch ihre Exkrete Stickstoff wegführt und dass

[1]) Arch. f. Anat. u. Physiol. 1862. S. 325.

[2]) a. a. O.

diese Ausgabe bei Steigerung ihrer Quellen eine durchaus nicht zu vernachlässigende Grösse erreichen muss.“ Es wurde nicht wegzudisputiren versucht, dass im Schweiss Harnstoff vorkommt, sondern es wurde der oben aus der 3. Auflage des Funke'schen Lehrbuchs citirten Behauptung widersprochen, dass in der Haut unter gewöhnlichen Umständen so beträchtliche Mengen von Stickstoff entfernt werden, dass sie das früher angenommene Deficit zu erklären, oder die auf die Untersuchung von Harn und Koth basirten Schlussfolgerungen zu entkräften im Stande sind. Wie man sieht haben unsere Untersuchungen einen gründlichen Umschwung in den früherhin als ganz zweifellos hingestellten Ansichten von Funke hervorgerufen. Der Rückzug aus den früheren Behauptungen lässt sich aber nicht dadurch maskiren, dass man anderen vorwirft, sie wollten das Vorkommen von Harnstoff im Schweisse wegdisputiren. Der Versuch von Bischoff war also nicht verfehlt, wie Funke[1]) sich ausdrückt, sondern der von Funke war verfehlt, das beim Hunde und Menschen früher beobachtete Stickstoffdeficit aus einer Stickstoffabgabe durch die Haut erklären zu wollen. Wir stehen in dieser Ansicht nicht allein, denn Meissner[2]) sagt: „mit Recht weist Bischoff auch die Zulässigkeit jener Rechnung zurück, mit Hülfe deren Funke eine so ansehnliche Harnstoffausscheidung durch die Haut hatte nachweisen wollen.“ Funke hat bei seiner Arbeit über den Schweiss angegeben, er beabsichtige Bestimmungen des Stickstoffgehalts der Einnahmen und Ausgaben zu machen, und so die Stickstoffausscheidung durch die Haut zu controliren; es ist schade, dass er dies nicht gethan hat, er hätte sich dadurch viel Worte ersparen können. Keinesfalls braucht man aber auf fernere Berechnungen von durch die Haut weggehenden Stickstoffquantitäten Rücksicht zu nehmen, wenn nicht zugleich durch die angegebene Controle erhärtet ist, wie viel von dem Stickstoff der Einnahmen im Harn und Koth und wie viel in den Hautabscheidungen zu finden ist.

Der Stickstoff der im Körper zerstörten stickstoffhaltigen Substanzen wird also zum weitaus grössten Theile im Harn und Koth

[1]) a. a. O. S. 648.
[2]) Jahresbericht. 1861. S. 339.

entleert und kann darin so weit genau, als es der quantitativen Analyse möglich ist (beim Hunde bis auf $^1/_2$—1 %) gefunden werden. Die Verluste durch andere Abzugswege, an die sich die Gegner vergebens anzuklammern suchen, können, da ihre Werthe in die Fehlerquellen fallen, ganz vernachlässigt werden. Ich gebe aber gerne zu, dass unwägbare oder nicht berücksichtigenswerthe Mengen von Stickstoff durch das Abfallen einiger Haare und Epidermisschuppen, durch das Ammoniak aus hohlen Zähnen, oder der Zersetzung von Speiseresten in der Mundhöhle, durch Ausspucken, das Schneiden der Nägel etc. den Körper verlassen.

VII.

Welche Schlüsse sind aus den im Harn und Koth gefundenen Stickstoffmengen auf die Zersetzungen im Körper zu machen.

Wenn man auch die Entfernung alles Stickstoffs der im Organismus zerstörten Stoffe im Harn und Koth zugiebt, so frägt es sich doch noch, ob dies regelmässig in kürzerer Zeit, z. B. in 24 Stunden geschieht, oder ob nicht die Ausscheidung durch allerlei Umstände so unregelmässig wird, dass nur eine Verwerthung sehr ausgedehnter Untersuchungsreihen zulässig ist. Für diese letztere Anschauung scheint z. B. eine von uns gemachte Beobachtung zu sprechen, nach der sich beim Uebergang von einer Nahrungsweise zu einer anderen häufig in der ersten Zeit nach dem Wechsel ganz andere Stickstoffmengen im Harn als später finden; es wird anfangs entweder mehr oder weniger Stickstoff, wie in der Nahrung enthalten war, entfernt, und erst allmählich tritt das Gleichgewicht ein.

Die Verschiedenheiten der Eiweisszersetzung bei der nämlichen Nahrung können nicht durch allerlei unbekannte und wechselnde Einflüsse der Aussenwelt oder durch unregelmässige Aenderungen im Organismus hervorgerufen worden sein, wie man zur Erklärung der trotz gleicher Eiweisszufuhr vorhandenen grossen Schwankungen der Stickstoffmengen im Harn, welche man bei fast allen früheren Untersuchungen fand, annahm. Dagegen spricht die Gesetzmässigkeit, und ferner das nach wenigen Tagen eintretende Gleichbleiben der Stickstoffausscheidung, sobald man die Ver-

suche richtig anstellt. Noch neuerdings hat Seegen[1]) behauptet: „der thierische Organismus arbeitet nicht so regelmässig, dass in gleichen Zeitabschnitten ein gleicher Umsatz stattfindet; selbst unter ganz gleichen Lebensbedingungen geschieht es, dass eine Ausscheidung durch 2 oder 3 Tage langsam von Statten geht und dass dann mit einem Mal eine Ausgleichung stattfindet." Dies ist vollkommen unrichtig; ich kann während langer Zeit fortgesetzte Reihen bei der gleichen Nahrung aufweisen, bei denen täglich nahezu dieselbe Harnstoffmenge ausgeschieden wurde.

Die folgenden Reihen aus meinen neuern Versuchen, bei denen die bei Betrachtung der Methoden angegebenen Cautelen eingehalten wurden, mögen als Beispiele dienen, dass unter gleichen Verhältnissen in der Harnstoffausscheidung durchaus nicht die grossen Schwankungen vorkommen, wie sie die weitaus grösste Mehrzahl der andern Forscher angeben. Die kleinen vorhandenen Differenzen erklären sich aus der Unmöglichkeit, beim Hunde täglich die Harnblase völlig leer zu erhalten, daher eine zu geringe Menge Harnstoff an einem Tage den nächsten wieder eingebracht wird. Ich lege sehr grossen Werth auf diese Beispiele, da sie geeignet sind, die Vorurtheile gegen Reihen von kürzerer Dauer, welche man wegen der früher beobachteten Unregelmässigkeiten in der Harnstoffquantität fasste und zähe noch beibehält, zu erschüttern. Die Gleichmässigkeit der Harnstoffsekretion unter gleichen Bedingungen ist auch die sicherste Bürgschaft für die Sorgfältigkeit in der Ausführung der Untersuchung; nur derjenige, welcher durch das Auffinden des Stickstoffs der Nahrung im Harn und Koth und durch die Regelmässigkeit der Harnstoffausscheidung zeigen kann, dass er die zu solchen Untersuchungen nöthige Uebung und Geschicklichkeit sich erworben hat, wird von nun an auf Beachtung seiner Experimente Anspruch machen können.

1) Während 28 Tagen 500 Grmm. Fleisch (23. April bis 23. Mai 1863).

1) 40.2 Grmm. Harnstoff	4) 41.3 Grmm. Harnstoff
2) 40.3 „ „	5) 41.4 „ „
3) 41.9 „ „	6) 41.2 „ „

[1]) a. a. O. S. 3.

7) 41.5 Grmm. Harnstoff
8) 40.2 „ „
9) 40.1 „ „
10) 41.6 „ „
11) 39.3 „ „
12) 41.5 „ „
13) 39.5 „ „
14) 40.0 „ „
15) 39.7 „ „
16) 38.9 „ „
17) 39.7 „ „
18) 40.3 Grmm Harnstoff.
19) 38.8 „ „
20) 40.2 „ „
21) 39.5 „ „
22) 40.8 „ „
23) 40.1 „ „
24) 40.9 „ „
25) 41.6 „ „
26) 39.2 „ „
27) 40.0 „ „
28) 40.5 „ „

Mittel: 40.4 Grmm. Harnstoff.

Grösste Schwankung $\begin{matrix} - 1.6 \\ + 1.5 \end{matrix}$

2) Während 18 Tagen 500 Grmm. Fleisch und 100 Grmm. Fett (6.—24. November 1864).

1) 35.6 Grmm. Harnstoff
2) 34.6 „ „
3) 35.0 „ „
4) 33.5 „ „
5) 34.5 „ „
6) 35.6 „ „
7) 35.6 „ „
8) 34.7 „ „
9) 35.9 „ „
10) 34.2 Grmm. Harnstoff
11) 34.9 „ „
12) 34.6 „ „
13) 34.8 „ „
14) 35.1 „ „
15) 34.6 „ „
16) 34.5 „ „
17) 34.1 „ „
18) 35.6 „ „

Mittel: 34.8 Grmm. Harnstoff.

Grösste Schwankung $\begin{matrix} - 1.3 \\ + 1.1 \end{matrix}$

3) Während 44 Tagen 500 Grmm. Fleisch und 200 Grmm. Fett (17. Juni bis 31. Juli 1862).

1) 33.7 Grmm. Harnstoff
2) 33.4 „ „
3) 33.5 „ „
4) 32.9 „ „
5) 32.9 „ „
6) 35.3 „ „
7) 35.2 „ „
8) 33.9 „ „
9) 35.0 „ „
10) 35.1 „ „
11) 36.7 „ „
12) 34.5 „ „
13) 35.6 „ „
14) 34.6 „ „
15) 34.3 Grmm. Harnstoff
16) 35.3 „ „
17) 33.4 „ „
18) 33.7 „ „
19) 33.4 „ „
20) 34.3 „ „
21) 33.6 „ „
22) 37.1 „ „
23) 33.9 „ „
24) 34.1 „ „
25) 35.8 „ „
26) 33.0 „ „
27) 32.1 „ „
28) 34.7 „ „

29) 35.3 Grmm. Harnstoff		37) 36.0 Grmm. Harnstoff	
30) 35.2 „ „		38) 37.7 „ „	
31) 35.0 „ „		39) 37.2 „ „	
32) 35.1 „ „		40) 36.8 „ „	
33) 32.8 „ „		41) 35.1 „ „	
34) 36.5 „ „		42) 34.5 „ „	
35) 37.5 „ „		43) 34.1 „ „	
36) 32.4 „ „		44) 37.6 „ „	

Mittel: 34.8 Grmm. Harnstoff.

Grösste Schwankung $\begin{matrix} - 2.7 \\ + 2.9 \end{matrix}$

4) Während 9 Tagen 500 Grmm. Fleisch und 200 Grmm. Stärke (22.—30. Mai 1862).

1) 37.7 Grmm. Harnstoff	6) 34.7 Grmm. Harnstoff
2) 35.8 „ „	7) 37.3 „ „
3) 36.0 „ „	8) 39.0 „ „
4) 38.6 „ „	9) 36.9 „ „
5) 38.8 „ „	

Mittel: 37.2 Grmm. Harnstoff.

Grösste Schwankung $\begin{matrix} - 2.5 \\ + 1.8 \end{matrix}$

5) Während 13 Tagen 500 Grmm. Fleisch und 200 Grmm. Zucker (8.—21. Mai 1862).

1) 38.0 Grmm. Harnstoff	8) 38.3 Grmm. Harnstoff
2) 36.4 „ „	9) 37.1 „ „
3) 39.7 „ „	10) 37.8 „ „
4) 40.2 „ „	11) 35.8 „ „
5) 37.2 „ „	12) 39.0 „ „
6) 38.7 „ „	13) 38.3 „ „
7) 37.3 „ „	

Mittel: 38.0 Grmm. Harnstoff.

Grösste Schwankung $\begin{matrix} - 2.2 \\ + 2.2 \end{matrix}$

6) Während 6 Tagen 800 Grmm. Fleisch (4.—10. Juli 1864).

1) 59.2 Grmm. Harnstoff
2) 60.6 „ „
3) 60.8 „ „
4) 59.9 „ „
5) 57.1 „ „
6) 57.2 „ „

Mittel: 59.1 Grmm. Harnstoff.

Grösste Schwankung $\begin{matrix} - 2.0 \\ + 1.7 \end{matrix}$

7) Während 6 Tagen 1500 Grmm. Fleisch (17.—22. Jan. 1862).

1) 106.8 Grmm. Harnstoff
2) 107.2 " "
3) 107.7 " "
4) 109.9 " "
5) 110.7 " "
6) 109.2 " "

Mittel: 108.6 Grmm. Harnstoff.

Grösste Schwankung $^{-\ 1.8}_{+\ 2.1}$

8) Während 6 Tagen 1500 Grmm. Fleisch und 30 Grmm. Fett (11.—17. März 1863).

1) 108.0 Grmm. Harnstoff
2) 108.0 " "
3) 105.2 " "
4) 103.7 " "
5) 105.1 " "
6) 107.4 " "

Mittel: 106.2 Grmm. Harnstoff.

Grösste Schwankung $^{-\ 2.5}_{+\ 1.8}$

9) Während 7 Tagen 1500 Grmm. Fleisch (4.—11. April 1863).

1) 106.5 Grmm. Harnstoff
2) 107.6 " "
3) 105.3 " "
4) 107.0 " "
5) 107.1 " "
6) 105.6 " "
7) 106.1 " "

Mittel: 106.4 Grmm. Harnstoff.

Grösste Schwankung $^{-\ 1.1}_{+\ 1.2}$

10) Während 11 Tagen 1500 Grmm. Fleisch (7.— 18. Juni 1863).

1) 108.5 Grmm. Harnstoff
2) 108.8 " "
3) 108.8 " "
4) 104.5 " "
5) 108.4 " "
6) 110.2 " "
7) 109.6 Grmm. Harnstoff
8) 108.9 " "
9) 107.8 " "
10) 109.3 " "
11) 105.7 " "

Mittel: 107.3 Grmm. Harnstoff.

Grösste Schwankung $^{-\ 2.8}_{+\ 2.9}$

11) Während 3 Tagen 1500 Grmm. Fleisch und 60 Grmm. Fett (17.—20. März 1863).

1) 107.6 Grmm. Harnstoff
2) 107.9 „ „
3) 106.3 „ „

Mittel: 107.3 Grmm. Harnstoff.

Grösste Schwankung — 1.0 + 0.6

12) Während 5 Tagen 2000 Grmm. Fleisch (21.—26. Juni 1863).

1) 142.5 Grmm. Harnstoff
2) 140.4 „ „
3) 142.2 „ „
4) 140.4 „ „
5) 140.7 „ „

Mittel: 141.2 Grmm. Harnstoff.

Grösste Schwankung — 0.8 + 1.3

13) Während 5 Tagen 2000 Grmm. Fleisch (7.—12. Juni 1864).

1) 140.0 Grmm. Harnstoff
2) 144.2 „ „
3) 142.3 „ „
4) 141.7 „ „
5) 142.9 „ „

Mittel: 142.2 Grmm. Harnstoff.

Grösste Schwankung — 2.2 + 2.0.

Die Verschiedenheiten der Harnstoffproduction bei gleicher Nahrung rühren auch nicht von einer unvollständigen und ungleichmässigen Ausnützung der Nahrung im Darm her. Es ist nicht denkbar, dass wenn beim Uebergang zu reichlicherer Fleischnahrung anfangs meist nicht aller Stickstoff derselben erscheint, ein Theil des Fleisches noch unverdaut geblieben ist. In diesem Falle müsste nämlich der Darm von Tag zu Tag mehr bewältigen können, denn späterhin findet man den Stickstoff der täglichen Nahrung vollständig in den Exkreten, und es müsste dann stets so viel unverdautes Fleisch, als im Anfange nicht resorbirt worden wäre, im Verdauungskanale sich finden und unverdaut entleert werden, oder es müsste bei gleich bleibender Qualität und Quantität des Koths während einiger Zeit mehr Stickstoff als der Nahrung entspricht, im Harn und Koth austreten.

Davon kann aber keine Rede sein, da nach meinen Beobachtungen in 24 Stunden die Nahrung des Fleischfressers vollkommen zu Koth geworden ist, der in seiner Zusammensetzung und Menge nur äusserst wenig differirt. Die gleichen Gründe sprechen dagegen, dass das bei geringerer Fleischzufuhr beobachtete anfängliche Plus von Stickstoff in den Exkreten von einem während der vorausgegangenen grösseren Fleischmenge nicht angegriffenen Rest von Fleisch im Darm stamme.

Man kann die regelmässigen Schwankungen bei Aenderung der Quantität der Einnahmen nur durch eine in Folge davon eingeleitete verschiedene Intensität der Zersetzungsprocesse oder durch Zurückhaltung oder Abgabe von früher zurückgehaltenen stickstoffhaltigen Zersetzungsprodukten, vorzüglich von Harnstoff im Körper erklären. Ludwig[1]) ist z. B. der Meinung, es finde beim Uebergang von einer Fütterung in die andere eine Accommodation des Stickstoffgehalts der Nahrung statt, indem Harnstoff oder andere stickstoffhaltige Zersetzungsprodukte auf die gleiche Art und Weise im Blute und den Organen aufgespeichert werden, wie ich es für das Kochsalz wahrgenommen habe[2]). Die Hypothese wäre also folgende. Wenn man mehr Fleisch reicht, so wird mehr Harnstoff gebildet und ein Theil des letzteren sammelt sich im Körper an, so lange davon etwas aufgenommen werden kann; es wird also desshalb in der ersten Zeit nicht aller Stickstoff der Einnahmen im Harn und Koth auftreten können, während wir eine entsprechende Menge stickstoffhaltiger Substanz sich ansetzen lassen. Reicht man aber umgekehrt weniger Fleisch, so entsteht weniger Harnstoff und es kann der vorher bei reichlicher Nahrung in den Säften angesammelte Harnstoff abgegeben werden und somit mehr Stickstoff in den Exkreten kommen, also nicht aus dem Grunde, weil anfangs im Körper mehr stickstoffhaltige Bestandtheile zerstört werden, wie wir annehmen.

Ist diese Ansicht richtig, so wird man die Resultate der Stickstoffbestimmungen bei Wechsel der Nahrung nicht so, wie wir es gethan haben, verwerthen dürfen und überhaupt nur länger dauernden

---

[1]) Physiologie. Bd. 2. S. 707.

[2]) Voit, über den Einfluss des Kochsalzes etc.

Versuchsreihen, durch die die besprochenen Einflüsse möglichst gering gemacht worden sind, Vertrauen schenken.

Es ist wohl von vornherein selbstverständlich, dass man auf diese Art nur einen Theil der Schwankungen im Harnstoffgehalt auffassen darf; es kann unmöglich die Stickstoffmenge der Einnahmen und Ausgaben immer übereinstimmen, bei unzureichender stickstoffhaltiger Nahrung giebt der Körper ganz gewiss von sich noch her, und bei sehr reichlicher setzt er an, was im Allgemeinen schon durch die Ab- oder Zunahme des Körpergewichts zu constatiren ist; denn man wird doch nicht bestreiten wollen, dass ein durch langes Hungern herabgekommenes Thier bei reichlicher Fütterung wieder fleischreicher wird, und umgekehrt ein Thier durch ungenügende Nahrung an Fleisch ärmer werden kann. In den meisten Fällen wäre auch die im Körper zurückbleibende Harnstoffquantität viel zu bedeutend; denn drückt man den Stickstoffausfall als Harnstoff aus, oder berechnet man den Ueberschuss des Harnstoffs einzelner Reihen, so erhält man folgende Zahlen:

Zunehmende Harnstoffmengen.

1) 9. Nov. 1858. 86.8 Grmm. Harnstoff
10. „ „ 118.5 „ „
11. „ „ 131.7 „ „
— 58.1 Grmm. Harnstoff.

2) 5. Dez. 1858. 155.3 Grmm. Harnstoff
6. „ „ 179.0 „ „
7. „ „ 183.8 „ „
— 33.3 Grmm. Harnstoff.

3) 14. Sept. 1859. 77.2 Grmm. Harnstoff
15. „ „ 109.5 „ „
— 32.3 Grmm. Harnstoff.

4) 12. Octob. 1857. 105.3 Grmm. Harnstoff
13. „ „ 119.7 „ „
14. „ „ 128.6 „ „
— 32.2 Grmm. Harnstoff.

5) 1. Dez. 1858. 97.6 Grmm. Harnstoff
2. „ „ 131.0 „ „
— 33.4 Grmm. Harnstoff.

6) 22. März 1859. 108.5 Grmm. Harnstoff
23. „ „ 123.2 „ „
24. „ „ 123.8 „ „
25. „ „ 127.5 „ „
26. „ „ 129.3 „ „

— 34.2 Grmm. Harnstoff.

7) 14. Sept. 1859. 77.3 Grmm. Harnstoff
15. „ „ 109.5 „ „
16. „ „ 109.9 „ „

— 33.0 Grmm. Harnstoff.

8) 12. Febr. 1860. 77.7 Grmm. Harnstoff
13. „ „ 95.2 „ „
14. „ „ 100.3 „ „
15. „ „ 108.5 „ „

— 52.3 Grmm. Harnstoff.

9) 15. Febr. 1861. 104.4 Grmm. Harnstoff
16. „ „ 118.0 „ „
17. „ „ 122.4 „ „
18. „ „ 133.2 „ „

— 54.8 Grmm. Harnstoff.

10) 16. Febr. 1863. 85.1 Grmm. Harnstoff
17. „ „ 101.3 „ „
18. „ „ 104.1 „ „
19. „ „ 105.4 „ „
20. „ „ 106.6 „ „
21. „ „ 107.2 „ „
22. „ „ 107.6 „ „
23. „ „ 110.6 „ „

— 56.9 Grmm. Harnstoff.

11) 1. Juni 1863. 88.1 Grmm. Harnstoff
2. „ „ 94.6 „ „
3. „ „ 100.4 „ „
4. „ „ 102.8 „ „
5. „ „ 104.1 „ „
6. „ „ 104.7 „ „
7. „ „ 108.5 „ „

— 56.3 Grmm. Harnstoff.

12) 4. Mai 1864. 82.4 Grmm. Harnstoff
5. „ „ 100.9 „ „
6. „ „ 104.9 „ „
7. „ „ 104.9 „ „
8. „ „ 107.9 „ „

— 38.5 Grmm. Harnstoff.

Abnehmende Harnstoffmengen.

1) 8. Dez. 1858.	161.1	Grmm.	Harnstoff
9. „ „	142.3	„	„
	+ 18.8	Grmm.	Harnstoff.

2) 20. Febr. 1861.	44.8	Grmm.	Harnstoff
21. „ „	39.6	„	„
22. „ „	34.7	„	„
23. „ „	32.6	„	„
24. „ „	31.3	„	„
	+ 26.5	Grmm.	Harnstoff.

3) 20. April 1863.	50.8	Grmm.	Harnstoff
21. „ „	43.8	„	„
22. „ „	44.8	„	„
23. „ „	40.2	„	„
	+ 18.8	Grmm.	Harnstoff.

Ich habe den Hund einmal, nachdem er einige Zeit täglich 2500 Grmm. Fleisch erhalten hatte, hungern lassen (4.—8. April 1861). Er schied dabei aus:

1.	60.1	Grmm	Harnstoff
2.	24.9	„	„
3.	19.1	„	„
4.	17.3	„	„
5.	12.3	„	„
	+ 72.2	Grmm.	Harnstoff.

Es wird wohl Niemanden einfallen, dass solche Harnstoffmengen (19—72 Grmm.) im Körper zurückgehalten werden können; und doch würden die angegebenen Werthe noch nicht einmal das mögliche Maximum ausdrücken, denn es wiederholt sich bei abermaligem Zusatz oder Wegnahme von Fleisch in der Nahrung stets die gleiche Erscheinung. Man könnte also höchstens einen kleinen Theil des Minus oder Plus von Harnstoff auf obige Weise erklären; aber auch diese Möglichkeit muss geleugnet werden, so lange alle Thatsachen dagegen sprechen. Liebig war nicht im Stande in einem Centner Ochsenfleisch auch nur eine Spur Harnstoff zu entdecken; ich habe in grossen Mengen normalen Hunde- und Menschenfleischs vergebens darnach gesucht und ich wüsste nicht, dass derselbe in irgend einem Organ

eines normalen fleischfressenden Säugethieres sich nachweisen liesse. Wenn die Angaben von Picard über den Gehalt des Blutes an Harnstoff (0.016 %) richtig sind, so würden in 2500 Grmm. Gesammtblut unseres Hundes etwa 0.4 Grmm. Harnstoff enthalten sein können[1]).

Der Körper vermag allerdings, wie ich gefunden habe, verschiedene Quantitäten von Kochsalz in sich aufzunehmen; betrachtet man aber die von mir erhaltenen Zahlen genauer, so wird man finden, dass es sich dabei nur um höchstens 4 Grmm. Kochsalz handelt. Wenn jedoch auch der Kochsalzgehalt der Flüssigkeiten des Körpers in weiteren Grenzen auf- und abgehen würde, so liesse dies noch keinen Schluss auf den Harnstoff zu, der normal höchstens in verschwindend kleiner Menge zu finden ist, während das Kochsalz einen unentbehrlichen Bestandtheil der Säfte des Organismus ausmacht. Bei Darreichung von Glaubersalz, das auch kein für den Thierkörper nothwendiger Stoff ist, sieht man jeden Tag die gegebene Menge wieder in den Exkreten erscheinen.

Obwohl eine Harnstoffretention nach diesen Betrachtungen sehr unwahrscheinlich ist, so suchte ich doch nach experimentellen Beweisen. Ich habe in dieser Absicht die früher (S. 51) mitgetheilten Harnstofffütterungen angestellt. Würde bei grösserem Harnstoffreichthum ein Theil des Harnstoffs im Körper zurückgehalten werden, so dürfte der mit der Nahrung gegebene nicht vollständig im Tag durch den Harn entleert werden, und erst erscheinen, wenn man mit der Darreichung desselben aufhört, gerade so wie es beim Kochsalz der Fall war. Die Beobachtungen zeigen aber aufs deutlichste, dass der Harnstoff in dieser Beziehung sich ganz anders verhält, als das Kochsalz; es wird wie beim Glaubersalz täglich die gesammte Menge des gefütterten Harnstoffs, so weit es nur verlangt werden kann, wieder entfernt.

Ich stelle die auf S. 51 angegebenen Zahlen in einer für unsern jetzigen Zweck geeigneteren Art zusammen.

---

[1]) De la présence de l'urée dans le sang, Strasbourg. 1856.

	Harnstoff im Harn.	Verzehrter Harnstoff.	Plus von Harnstoff im Harn.
1) Grosser Hund von 30 Kilo bei 1500 Grmm. Fleisch als Nahrung.	110.8	0	0
	116.6	5.4	5.8
	115.9	5.1	5.1
	118.9	7.9	8.1
	110.8	0	0
2) Kleiner Hund von 3 Kilo bei 300 Grmm. Fleisch als Nahrung.	21.22	0	0
	23.36	2.86	2.14
	24.83	3.21	3.61
	21.36	3.29	3.14
	24.26	2.77	3.04
	27.47	7.37	6.25
	29.47	7.37	8.25
	28.33	7.12	7.11
	28.44	7.73	7.22
	39.39	18.40	18.17
	21.97	0	0.75
	21.20	0	0

Auch die für den kleinen Hund so beträchtliche Harnstoffgabe von 18.4 Grmm., die nahezu das Maximum des bei ihm aus der Zerstörung stickstoffhaltiger Substanz erzeugten erreicht, wird binnen 24 Stunden im Harn entleert und den Tag darnach findet sich wieder die normale 300 Grmm. Fleisch entsprechende Quantität Harnstoff.

Ich kann noch einen anderen Beweis für den gleichen Satz beibringen. Erhält ein Thier wenig Fleisch und viel Leim als Nahrung, so wird sehr viel Harnstoff im Harn auftreten, der zum grössten Theile aus der Zersetzung des Leims entstanden ist. Lässt man nun darnach das Thier hungern, so müsste, wenn von dem vorher erzeugten Harnstoff im Körper zurückgeblieben wäre, am ersten Hungertag ansehnlich mehr entleert werden, als sonst und es dürfte die Harnstoffausscheidung nicht stetig herabsinken, wie man es unter den gewöhnlichen Verhältnissen beobachtet.

Ein Hund von 22 Kilogramm Gewicht frass während 3 Tagen (8.—11. Dez. 1859) je 200 Grmm. Fleisch und 200 Grmm. Leim;

200 Grmm. Fleisch allein liefern etwa 14 Grmm. Harnstoff und in Verbindung mit 200 Grmm. Leim 74 Grmm. Vom 11. Dezember an hungerte er.

Datum.	Nahrung.	Harnstoff im Harn.	
8. Dez. 1859	200 Fleisch 200 Leim	69.6	
9. " "	200 Fleisch 200 Leim	75.9	72.9
10. " "	200 Fleisch 200 Leim	73.1	
11. " "	0	16.3	
12. " "	0	14.3	
13. " "	0	11.2	
14. " "	0	10.7	

Es erscheint hier am ersten Tag der Inanition so viel Harnstoff, als wenn vorher nur 200 Grmm. Fleisch aufgenommen worden wären und seine Menge nimmt an den weiteren Tagen in dem gewöhnlichen Modus allmählich ab, es kann also von den 60 Grmm. Harnstoff aus dem Leim nichts aufgespeichert worden sein; hätte man aber den Tag vorher so viel reines Fleisch gereicht, als 73.1 Grmm. Harnstoff entsprechen (etwa 1000 Grmm.), so hätte der Hund nach allen übrigen Erfahrungen bedeutend mehr Harnstoff am ersten Hungertage entleert.

Man könnte endlich noch auf den Gedanken kommen, das Minus an Stickstoff an den ersten Tagen von einer Stickstoffabgabe durch Haut und Lungen abzuleiten, die aus irgend einem Grunde in einiger Zeit aufhöre und einem andern Processe Platz mache. Ich habe aber bewiesen, dass ein Entweichen grösserer Stickstoffmengen auf anderm Wege als durch Harn und Koth nicht stattfindet, und dann wäre damit das Plus von Stickstoff beim Uebergang zu kleineren Fleischmengen nicht zu erklären.

Aus diesen Versuchsresultaten entnehme ich, dass die im täglichen Harn und Koth befindliche Stickstoffmenge gleich ist derjenigen der im Körper zersetzten stickstoffhaltigen Substanzen; man

ist im Stande aus ersterer auf letztere zu schliessen, wie aus der Kohlenstoffmenge der Exkrete auf die Quantität des Kohlenstoffs der in gleicher Zeit veränderten kohlehaltigen Materien.

Man hat unsern Untersuchungsreihen vorgeworfen, dass sie grösstentheils zu kurze Zeit währten, da bei jedem Nahrungswechsel die Erfolge der verschiedenen Fütterungsweisen sich vermischten. Vogt bezeichnet[1]) aus diesem Grunde die meisten unserer Versuche als vollkommen unbrauchbar; die Fütterungsperiode eines Tags ist nach ihm mit diesem Tag nicht abgeschlossen, sondern spielt in die folgenden Tage hinein und der Hund, der 14 Tage Brodhund war, wird nicht unmittelbar mit dem 15. Tage, wo er Fleisch erhält, auch Fleischhund, er stellt vielmehr während unbestimmter Zeit ein veränderliches Gemenge dar, in welchem der Brodhund immer mehr ab-, der Fleischhund immer mehr zunimmt.

Die letztere Betrachtung ist vollkommen richtig, denn viele unserer Beobachtungen sind eigens zu dem Zwecke angestellt worden, dies zu erweisen; desshalb sind aber nicht „alle Versuchsreihen, die kürzer als acht Tage sind, ganz gewiss völlig unbrauchbar.“

Ich will zunächst untersuchen, wodurch eine vorgängige Futterreihe in die nächst folgende hineinspielt. Dies geschieht beim Hunde nicht, wie man häufig meint und wie auch Vogt zu glauben scheint, desshalb, weil noch unverdaute Bestandtheile der vorausgehenden Nahrung im Darm sich befinden und somit der Körper zugleich von dem alten und neuen Futter zehrt, wodurch eine Mischwirkung zu Stande kommt; denn bei dem Hund ist nach meinen Angaben in 24 Stunden der Koth der vorher aufgenommenen Nahrung völlig ausgebildet und im untern Theil des Dickdarms angelangt, so dass von ihm nur mehr Wasser resorbirt wird. Dies ist bei Wiederkäuern nach den Beobachtungen von Henneberg und Stohmann und auch von Grouven ganz anders; diese haben bis zu 8 Tagen noch ansehnliche Reste des vorigen Futters in höheren Theilen des Darms, so dass bei ihnen in der That eine direkte Nachwirkung des Futters vorkommt.

---

[1]) a. a. O. S. 11.

Eine Nahrung spielt beim Hund nur insofern in eine andere hinein, als durch die erstere der Körper einen ihr entsprechenden Zustand angenommen hat, d. h. reicher oder ärmer an eiweissartigen oder fettigen Substanzen geworden ist. Nicht das Futter spielt in die neue Reihe hinein, sondern das Resultat der vorhergehenden Fütterung am Körper. Wechselt man die Nahrung, so macht der frühere Zustand nach und nach einem anderen Platz; schliesslich wird durch letztere wieder ein ihr entsprechender Stand im Körper hervorgerufen. Diese allmähliche Aenderung im Körper wollten wir aber gerade untersuchen, da man durch sie allein Aufschlüsse über die Wirkung verschiedener Nahrungsstoffe erhält. Unsere Gegner verstehen nicht, um was es sich handelt. Will man erfahren, ob der Körper mit einer gewissen Nahrung auf die Dauer bestehen kann und wie viel er verbraucht, wenn er sich damit in Beharrungszustand versetzt hat, so muss man allerdings einige Zeit abwarten; wir haben dies auch, wo es nöthig war, gethan, denn Niemand hat bis jetzt längere Reihen angestellt als wir. Wenn aber zu untersuchen ist, welche Aenderung der Körper durch eine Nahrung erfährt, so muss man das Resultat jedes Tages verwerthen, denn es dauert nicht 8 Tage, bis sie vorübergegangen ist. Die Zersetzung ändert sich dabei von Tag zu Tag, da der Körperzustand ein anderer wird und desshalb die gleiche Nahrung verschiedene Wirkungen hervorruft; will man daher von diesen Uebergängen etwas wissen, so ist man genöthigt, die täglichen Schwankungen zu verfolgen. Fast mit jeder Quantität stickstoffhaltiger Nahrung tritt der Körper nach und nach in einen Gleichgewichtszustand; der Modus aber, wie derselbe erreicht wird, ist von dem grössten Interesse.

Ein grosser Theil unserer Arbeit war der Erkenntniss des Uebergangs von einem Körperzustand in den anderen bei verschiedener Nahrung gewidmet. Vogt[1]) aber macht uns den Vorwurf, wir wüssten von diesem Hineinspielen der vorgängigen Fütterungsreihe nichts; unsere eigenen Hungertabellen hätten uns darüber belehren können; mir dämmere die Erkenntniss eines solchen Ver-

[1]) a. a. O. S. 11 u. 12.

hältnisses auf, wo ich allein arbeite und wir hätten nirgends den Versuch gemacht, den Einfluss der Nahrung auf folgende Tage festzustellen und jeder sich auf einen solchen Mischzustand beziehende Versuch sei an und für sich unrichtig. Nichts ist mehr geeignet zu zeigen, dass Vogt von den Resultaten unserer Untersuchung nicht den mindesten Begriff hat.

Wenn es richtig ist, wie ich durch die vorhergehenden Untersuchungen zu beweisen versucht habe, dass aller Stickstoff der im Tag im Organismus verbrauchten Stoffe in derselben Zeit im Harn und Koth austritt, so haben wir damit ein Mittel gewonnen, durch eine Analyse dieser beiden Sekrete die Ausscheidungsverhältnisse des Stickstoffs unter verschiedenen Umständen festzusetzen; der Stickstoff im Harn und Koth ist ein Maass für die Zersetzung der wichtigen stickstoffhaltigen Substanzen des Körpers.

Wir waren aber bei unseren Untersuchungen nicht nur bestrebt zu sehen, wie der Stickstoff der Einnahmen sich auf den der einzelnen Exkrete unter verschiedenen Umständen vertheilt, sondern wir haben, um einen näheren Einblick zu gewinnen, den Stickstoff in die Substanzen verfolgt, in denen er vor der Auftretung in den Ausscheidungsprodukten enthalten war, wie es vor uns schon häufig, besonders von Bidder und Schmidt geschah.

Die Meisten haben unsere Absicht und Meinung hierüber missverstanden, da sie sich nicht die Mühe nahmen, sich genauer damit bekannt zu machen.

Ich bemerke gleich im Voraus, dass man unsere Ansichten über die Stoffe, aus denen der im Harn und Koth sich findende Stickstoff hervorgeht, verwerfen kann, ohne im Mindesten den Kern unserer Arbeit, die Gesetze der Zersetzungen der stickstoffhaltigen Substanzen im Körper zu alteriren. Ich erwähne dies, weil so manche Kritiker, wie Vogt und Funke, die Resultate unserer Experimente in Zweifel ziehen, weil sie unsere Anschauung über den Ursprung des Stickstoffs der Exkrete nicht theilen. Die Resultate bleiben aber ruhig stehen, wie sehr man auch unsere Ansichten angreifen mag; die Gesetze des Stickstoffumsatzes basiren

einzig und allein auf der Menge des in der Nahrung eingeführten und im Harn und Koth gefundenen Stickstoffs und setzen nur voraus, dass aller in diesen beiden Exkreten entfernt wird.

Es kann keinem Zweifel unterworfen sein, dass der Stickstoff der Exkrete unter gewöhnlichen Verhältnissen zum weitaus grössten Theile in eiweissartigen Substanzen oder deren nächsten Abkömmlingen enthalten war, mag er direkt von den Bestandtheilen des Organismus oder indirekt von denen der Nahrung abstammen. In den Organen des Thierkörpers und den als Nahrung dienenden Theilen des Pflanzen- oder Thierreichs findet sich der Stickstoff beinahe ausschliesslich in eiweissartigen Stoffen, also in den Muskeln, dem Blut, der Milch, den Eiern, dem Gehirn, der Leber u. s. w.

Man könnte daher den im Harn und Koth gefundenen Stickstoff auf trockne eiweissartige Substanz (mit 15.5 % Stickstoff) berechnen und sagen, derselbe sei vorher in einer entsprechenden Eiweissmenge enthalten gewesen. Es wäre dabei nichts darüber vorausgesetzt, in welchem Organe des Körpers das zerstörte Eiweiss vorhanden war, oder ob es vom Körper oder von der Nahrung herrührt. Vollkommen richtig wäre natürlich diese Art der Berechnung nicht, richtig ist nur die Stickstoffmenge; denn es finden sich verschiedene Modificationen des Eiweisses mit wechselndem Stickstoffgehalt und auch noch andere stickstoffhaltige Stoffe in Thier- oder Pflanzentheilen; jedoch werden diese Momente nur geringe, für den Ueberblick nicht in Betracht kommende Fehler einführen. Eine solche Rechnung sagte endlich vor der Hand nur aus, wie viel trockenes Eiweiss zersetzt worden sein muss, um die Stickstoffmenge der Exkrete zu liefern, und nicht, ob auch die übrigen Elemente desselben z. B. der Kohlenstoff oder Wasserstoff ebenfalls aus dem Körper entfernt worden sind. Jedenfalls würde man aber durch die Reducirung des Stickstoffs auf trockenes Eiweiss einen weiteren Einblick gewinnen, als wenn man nur die Stickstoffquantitäten einander gegenüberstellt.

Wir berechneten jedoch bei unseren Untersuchungen den Stickstoff nicht auf trockenes Eiweiss als Vergleichseinheit, sondern auf Fleisch, wie wir uns ausdrückten und zwar aus ganz bestimmten Gründen.

In den Exkreten finden sich Stickstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff,

Sauerstoff und anorganische Salze, lauter Stoffe, welche in den zersetzten Organtheilen (Muskeln, Leber, Blut u. s. w.) angesetzt waren. Sie sind darin in bestimmten Verbindungen enthalten gewesen, und zwar im Allgemeinen im Eiweiss, welches mit einer gewissen Menge von anorganischen Stoffen und Wasser zu den wichtigsten Theilen eines Gewebes innig verknüpft ist und in stickstofffreien Substanzen. Es hat sich herausgestellt, dass nicht nur der Stickstoff oder der Kohlenstoff bei der Zersetzung von Eiweiss in den Zersetzungsprodukten den Körper verlässt, sondern auch stets eine gewisse Menge von Aschebestandtheilen und Wasser, die mit dem Eiweiss verereinigt waren, und mit seiner Zerstörung überflüssig werden. Man ist ferner im Stande sich einen Muskel und andere Organe zu denken ohne Fett, aber nicht ohne Salze, Wasser und Eiweiss. Wir haben desshalb nicht auf trockenes Eiweiss berechnet, sondern auf Eiweiss in Verbindung mit einer gewissen Wasser- und Salzmenge, um eine bessere Vorstellung von dem im Körper Verbrennenden zu geben.

Alle Organe des Körpers (Muskeln, Leber, Milz, Blut, Gehirn u. s. w.) liefern ihren Antheil zu der Umsetzung; es ist aber bekannt, dass ihre Elementarzusammensetzung, der Wasser- und Aschegehalt derselben nahezu gleich ist. Die blutreicheren Gewebe, in denen der Hauptumsatz stattfindet, z. B. die Muskeln, das Blut, die Leber, die Milz, die übrigen Drüsen, das Gehirn, haben nach Abzug des durch Aether ausziehbaren Fettes beinahe die nämliche Mischung und selbst die weniger wichtigen wie die Sehnen, Knorpel, die Haare oder die Epidermis sind, wenn man vom Wasser absieht, nicht sehr verschieden davon.

Nach der Elementar-Analyse von Playfair und Boeckmann ist der trockene Muskel und das trockene Blut folgendermaassen zusammengesetzt.

	Ochsenfleisch.	Blut.
C	51.86	51.96
H	7.58	7.25
N	15.03	15.07
O	21.30	21.30
Asche	4.23	4.42

Nach Abzug von Wasser und Asche enthalten (nach Playfair, Boeckmann und Scherer):

	Fleisch.	Blut.	Sehnen.	Rippen-knorpel.	Haare.	Epider-mis.	Albumin.
C	54.15	54.19	50.77	49.50	50.65	51.04	55.16
H	7.91	7.66	7.15	7.13	6.77	6.80	7.05
N	15.79	15.72	18.32	14.91	17.94	17.22	15.97
O	22.25	22.21	23.76	28.46	24.64	24.94	21.82

Wir haben daher, nach dem Stickstoffgehalt berechnet, eine Masse von mittlerer Zusammensetzung der Zerstörung anheimfallen lassen, die wir mit dem neutralen Ausdruck „Fleisch“ bezeichneten. Dieses Wort wird in obigem Sinne schon lange angewandt. Der Thierzüchter spricht von Erzeugung von Fett und Fleisch und versteht unter letzterem nicht nur die Muskeln, sondern auch die übrigen Organe.

Für das Fleisch nahmen wir allerdings die Zusammensetzung an, die uns die Analyse des Muskels ergab. Dasselbe giebt erstens in der That mittlere Werthe; dann war es für den untersuchten Hund die hauptsächlichste stickstoffhaltige Nahrung, so dass eine rasche Vergleichung der am Thier dadurch erzielten Erfolge ermöglichet ist, und schliesslich weil die Muskelmasse den bei weitem grössten Theil der Organmasse des Körpers nach Abzug des stabilen Skelettes ausmacht.

Wir waren natürlich weit entfernt zu glauben, dass im Organismus nur die Muskeln der Zersetzung unterliegen; gerade desshalb bedienten wir uns des Ausdrucks „Fleisch“. Dies musste Jeder einsehen, der aufmerksam unser Buch durchlas und wir wurden von Anderen auch richtig verstanden, z. B. von Meissner[1]), der gegen Vogt geltend macht, dass Fleisch zunächst nur stickstoffhaltige Substanz, Fleischansatz Verbleiben von stickstoffhaltiger Substanz im Körper bedeuten sollte. Zum Ueberfluss hatte ich mich in meiner Schrift „über den Einfluss des Kochsalzes“ (S. 72) darüber

[1]) Jahresbericht 1860. S. 384.

weitläufig und deutlich ausgesprochen. Ich sagte daselbst: „Da jedenfalls der grösste Theil des mehr oder weniger als in der Nahrung enthaltenen umgesetzten Stickstoffs Muskel war oder wird, und nur zum Theil von anderen Organen kommt oder in sie sich verwandelt, diese aber annähernd die nämliche procentige Zusammensetzung an Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff haben, so wird der Einfachheit wegen aller dieser Stickstoff so gerechnet, als ob er allein von Muskeln käme, oder allein zu Muskel werde; es entstehen dadurch natürlich kleine Fehler in der Kohlenstoff-, Wasserstoff- und Sauerstoffrechnung, die aber vorläufig nicht zu beseitigen sind; die Stickstoffrechnung wird durch diese Annahme gar nicht alterirt."

Ich habe daher nicht nöthig, die Ungegründetheit und Ungereimtheit der Beschuldigungen unserer Gegner in Betreff dieses Punktes näher zu erörtern; sie beweisen nur, dass sie unser Buch nicht gelesen oder nicht verstanden haben.

Wären die Aussprüche von Vogt[1]) möglich gewesen, wenn er den eben citirten Passus gekannt hätte? Wir können bei ihm folgende Stellen finden: „Andere Substanzen (als Fleisch, Fett und Wasser) besitzt der Hund nicht — Häute, Knochen, Blut, Drüsen — alles das existirt in dem idealen Hunde gar nicht oder setzt sich wenigstens nicht um. Nach den Bischoff-Voit'schen Rechnungen kann der Hund kein verlorenes Haar ersetzen, keinen Nagel wachsen lassen." Was soll man gegen einen Kritiker sagen, der nichts als seine eigenen Einbildungen mit Possen und Witzen kritisirt? Das Höchste leistet er da, wo er herausfinden will, wie wir auf eine so gänzlich schiefe Grundlage gekommen sind. „Ihr Grundgedanke, meint er, ist, dass der Umsatz durch Arbeit bedingt wird — da nun Arbeit hauptsächlich durch Muskelzusammenziehung geleistet wird, so lag es eben nahe, auch nur die Muskeln für den Umsatz in Anspruch zu nehmen." Wir waren nun umgekehrt bemüht, das Gegentheil darzuthun; namentlich leitete ich das Zustandekommen der Arbeit stets von den Zersetzungen im Körper ab und bekämpfte mit Entschiedenheit jede gegentheilige Annahme.

---

[1]) a. a. O. S. 27.

Aber Vogt kömmt es nicht darauf an, der Wahrheit in das Gesicht zu schlagen und Einem Ideen aufzubürden, zu deren Beseitigung man nach Kräften mitzuhelfen bestrebt war.

Funke hat sich in seinen Urtheilen über unsere Arbeit Vogt stets so auffallend angeschlossen, dass es nicht Wunder nimmt, ihn auch hier wieder in dasselbe Fahrwasser gerathen zu sehen. Er sagt[1]): „Bischoff und Voit meinen sogar, ohne Fehler allen Harnstoff ausschliesslich auf ein einziges Gewebe, das Muskelgewebe, beziehen, die Umsetzung aller übrigen albuminathaltigen Gewebe, der Nerven, der Drüsen, gänzlich ausser Acht lassen zu dürfen.“ Dann S. 606: „welcher Grad von Sicherheit oder Wahrscheinlichkeit bleibt dabei noch dem Bischoff-Voit'schen Axiom: aller Harnstoff stammt aus den Muskeln; welche Zuverlässigkeit der Stoffwechselberechnung, welche auf dieses Axiom basirt ist?“ Bidder und Schmidt haben früher aus denselben Gründen wie wir den in den Exkreten gefundenen Stickstoff auf Fleisch berechnet und darunter das Gleiche verstanden. Funke bemerkt nun dazu: „es ist durchaus ungerechtfertigt, allen Stickstoff der Ausgaben auf umgesetzte Gewebe überhaupt oder gar ausschliesslich auf Muskelsubstanz zu beziehen; wenn auch der Umstand, dass die übrigen stickstoffhaltigen Gewebe und das Blut in ihrer quantitativen Zusammensetzung nicht allzusehr von der Muskelsubstanz differiren, es erlaubte, in Schmidt's Sinne die aus dem Stickstoff berechnete trockene Muskelsubstanz als Ausdruck für umgesetzte Albuminate in Rechnung zu bringen, so ist doch der Fehler von Bischoff und Voit mit der ausschliesslichen Berechnung des Stickstoffs als feuchte Muskelsubstanz möglicherweise so gross, dass die dafür aufgestellte Zahl gar keine Zuverlässigkeit hat.“ Und S. 609: . . . „wohl verstanden, Schmidt nimmt nicht allen jenen Harnstoff als Produkt der Muskelzersetzung an, sondern spricht ausdrücklich auch dem Blute einen wesentlichen Antheil an der Lieferung desselben zu, ebenso auch den Nerven und selbst der leimgebenden Substanz, nur dass er die Betheiligung der letzteren als wahrscheinlich äusserst geringfügig annimmt.“ Ich entgegne Folgendes. Wir haben den ausgeschiedenen

[1]) Physiologie. S. 605.

Stickstoff auf Fleisch berechnet, welchem wir die Zusammensetzung des Muskels gaben, wie Bidder und Schmidt es auch thaten, die bei den Berechnungen auf Blut und andere Organe nicht die mindeste Rücksicht nahmen; wir glaubten, wie Funke namentlich aus den Bemerkungen meiner Schrift hätte entnehmen können, dass sich eine Masse von dieser Zusammensetzung oxydirt und nicht, dass ausschliesslich der Muskel zerstört wird. Es ist ein Axiom Funke's, wenn er annimmt, aller Harnstoff stamme nach uns aus den Muskeln. Es ist für die Betrachtung des Stickstoffumsatzes, den wir ja allein als richtig ansehen, ganz gleichgültig, ob man den Stickstoff auf trockene oder wasserhaltige Muskelsubstanz bezieht; jedoch irrt Funke, wenn er meint, Bidder und Schmidt hätten nicht auch auf feuchte Muskelsubstanz gerechnet, wie ein aufmerksamer Leser aus jedem ihrer Beispiele sehen kann; in der ersten Reihe[1]) z. B. wurden 1695.5 Grmm. feuchtes Fleisch zersetzt; bei der Inanition[2]) reduciren sie nach ihrem eigenen Ausdruck den Stickstoff auf sein Aequivalent frischer Muskelsubstanz.

Wenn im Körper Eiweiss zersetzt wird, von dem der Stickstoff der Exkrete herrührt, so werden, da mit ihm eine gewisse Menge von Wasser, Salzen und anderen Bestandtheilen zu einer Verbindung von der elementaren Zusammensetzung des Muskelfleisches vereinigt sind, auch diese aus der Verbindung gelöst. Nur die stickstoffhaltigen Endprodukte des zersetzten Fleisches müssen ausgeschieden werden, aber es kann ein Theil des Wassers und der Salze im Körper zurückbleiben und ein Theil des Kohlenstoffs, Wasserstoffs und Sauerstoffs in der Form von Fett sich ansammeln. Das Verhalten des Wassers und des Kohlenstoffs kann, wie wir immer[3]) sagten, nur durch die Respirationsuntersuchung mit Sicherheit entschieden werden. Wird Stickstoff am Körper angesetzt, so geschieht dies als Eiweiss, das stets eine gewisse Salzmenge mit sich führt und meist auch Wasser dazu nöthig hat, so dass auch hier eine Verbindung von der Zusammensetzung des Fleisches abgelagert wird.

---

[1]) a. a. O. S. 302.

[2]) a. a. O. S. 308.

[3]) Voit, Einfluss des Kochsalzes. S. 6. Bischoff, Zeitschrift für rat. Med. 3. R. Bd. 14. S. 20.

Es ist dadurch nicht gesagt, welches Organ zersetzt wird, oder welche Theile desselben, wenn es auch nach allen unseren jetzigen Vorstellungen als gewiss betrachtet werden kann, dass die einzelnen Organe des Körpers im Verhältniss ihrer Masse und der Zufuhr an arteriellem Blut sich an der Umsetzung betheiligen, also der Muskel den grössten Antheil liefert und vorzüglich die flüssigen Theile der Gewebe der Zerstörung ausgesetzt sind.

Aus den Betrachtungen in der Einleitung zu meiner Schrift über den Einfluss des Kochsalzes ist zu entnehmen, dass nach meinen Anschauungen die stets durch die Organe circulirende und wechselnde Ernährungsflüssigkeit zersetzt wird und nicht die organisirten Theile des Muskels, wie Vogt, Funke, Wundt und Andere glauben machen wollen. Da die Muskeln jedoch den überwiegend grössten Theil der Organe ausmachen, so wird in ihnen auch am meisten Eiweiss zu Grunde gehen und ein grosser Theil des Stickstoffs der Exkrete aus ihnen hervorgehen. Meissner meint[1]) zwar, es sei nicht bewiesen, dass irgend ein Antheil des vom Körper entleerten Harnstoffs aus dem Stoffwechsel der Muskeln stammt. Wenn er damit sagen will, es könnten aus dem Stoffwechsel der Muskeln andere stickstoffhaltige Produkte hervorgehen, so ist zu bemerken, dass im Harnstoff des Harns der gesammte Stickstoffgehalt bestimmt wird. Da aber durch die Zersetzung in allen Geweben 60—70 Grmm. Stickstoff geliefert werden, so wird doch wohl ein Theil davon auf das Gewebe treffen müssen, das die grösste Masse im Körper ausmacht; es fällt mir aber nicht entfernt ein zu glauben, aller Stickstoff der Exkrete gehe aus den Muskeln hervor. Es ist jedoch auch bewiesen, dass ein Antheil des Harnstoffs aus der Umsetzung in den Muskeln stammt; wie will man sonst meine Beobachtungen[2]) bei der Choleraurämie erklären, bei der sich im Muskel procentig mehr Harnstoff findet, als im Blute, welche Beobachtungen neuerdings in meinem Laboratorium bei nephrotomirten Hunden bestätigt worden sind. Es scheint, dass Meissner diese schon im Jahre 1855 gemachten Angaben nicht kennt, da er im Jahresbericht für 1861 S. 319 über Opp-

[1]) Jahresbericht 1860. S. 382.

[2]) Zeitschrift für rat. Medicin. 1855. Bd. 6.

ler's Arbeit, welcher bei Hunden nach Unterbindung der Uretheren viel Harnstoff im Muskel fand, sagt: „wäre die obige Ansicht Oppler's bewiesen, so würde damit überhaupt zum ersten Male der bestimmte Nachweis geliefert sein, dass ein Theil des Harnstoffs im Harn von dem Stoffwechsel im Muskel stammt." Eine Resorption des Harnstoffs aus dem Blute kann wohl das Resultat meiner Versuche nicht erklären, da im Muskel mehr vorhanden ist, als im Blute. Es freut mich aber, wenn Meissner das von mir zuerst gefundene Faktum als einen Beweis für die Bildung von Harnstoff im Muskel betrachtet.

Es liegt mir ferner eine 13tägige Hungerreihe an einer Katze, über welche ich bei einer anderen Gelegenheit ausführlich berichten werde, vor. Die Katze verlor dabei nach der Wägung ihrer Muskelmasse und der einer anderen, welche längere Zeit dieselbe Nahrung erhalten hatte, wie die erstere vor dem Hunger, 446 Grmm. Muskelfleisch mit 15.2 Grmm. Stickstoff. Im Harn entleerte sie 27.7 Grmm. Stickstoff, die zum weitaus grössten Theile im Harnstoff enthalten waren. Da aber 55 $^0/_0$ des Stickstoffs des Harns aus Muskeln hervorging, so ist abermals bewiesen, dass Harnstoff beim Stoffwechsel der Muskeln gebildet wird.

Alle diese Dinge, auf die ich später noch näher eingehen werde, sind vor der Hand, ich bemerke dies ausdrücklich, völlig gleichgültig für die Verwerthung der Resultate unserer Untersuchungen. Wenn ich sage, es sind 100 Grmm. Fleisch zersetzt worden, so heisst dies nur, es sind 3.4 Grmm. Stickstoff in den Exkreten erschienen, die im Körper noch mit so viel Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Salzen und Wasser, als in der entsprechenden Fleischmenge enthalten sind, verbunden waren; ebenso ist es mit dem Ansatz von Fleisch. Ob auch das Wasser oder der Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff davon mit dem Stickstoff entfernt worden sind, entscheidet die Analyse von Harn, Koth und Perspiration; die Ausscheidung der Salze die Analyse von Harn und Koth.

Es ist nicht nur eine Hypothese, für welche viele Wahrscheinlichkeitsgründe sprechen, dass Umsatz und Ansatz von Stickstoff im Körper als Fleisch geschieht, sondern es können Beweise dafür beigebracht werden.

Pettenkofer und ich[1]) haben, als wir den Hund längere Zeit mit grösseren Mengen reinen Fleisches fütterten, alle Elemente der Nahrung, so genau als es bei so complicirten Untersuchungen nur denkbar ist, in den Exkreten gefunden. Es ist also in der That nur Fleisch verbrannt worden und nichts Anderes. Dieser Nachweis ist sehr wichtig und für unsere Frage entscheidend. Wir beide werden später noch Belege dafür bringen, dass auch bei Stickstoffansatz die übrigen Elemente der Nahrung fehlen und dass beim Hunger die Elemente der Exkrete auf vom Körper abgegebenes Fleisch und Fett berechnet werden können.

Wenn im Harn aus der Zersetzung von Eiweiss im Körper Stickstoff sich findet, so wird stets eine gewisse Menge von Aschebestandtheilen mit ausgeschieden. Bei der Zersetzung der verschiedensten Mengen von Fleisch fand ich nach Darreichung von reinem Fleisch das Verhältniss von Asche zum Stickstoff immer 1 : 3.13, ein ähnliches Verhältniss (1 : 3.02) ergiebt sich beim Hungerzustand; es muss also beim Hunger etwas von der Zusammensetzung des Fleisches zersetzt worden sein. Im Fleisch selbst findet sich ein Verhältniss von 1 : 2.72; d. h. auf die gleiche Stickstoffmenge mehr Asche, da im Koth im Verhältniss zum Stickstoff mehr Asche vorhanden ist.

Aber auch die absolute Menge der im Harn und Koth entfernten Salze stimmt in allen diesen Fällen mit der des Fleisches überein. Ich habe S. 53 eine Anzahl von Beispielen zusammengestellt, wo genau die Salze des gefütterten Fleisches in den Exkreten auftreten. Wird weniger Stickstoff als in der Fleischnahrung enthalten war, ausgeschieden und muss man darnach einen Ansatz von Stickstoff annehmen, so fehlt zugleich der Antheil der Salze, der in dem aus dem Stickstoff gerechneten Fleisch vorhanden ist, und umgekehrt ist es bei der Abgabe von Stickstoff vom Körper. Unsere Controlberechnung ist darauf gegründet, dass mit dem Stickstoff auch Asche und zwar im selben Verhältniss wie im Fleisch frei und entleert wird; wenn dies nicht stattfände oder eine Substanz mit einer anderen Aschemenge zersetzt würde, so könnte die

---

[1]) Annalen der Chemie und Pharmazie. 1862. 2. Suppl.-Bd. S. 361.

Controlrechnung mit der anderen nicht so übereinstimmen, wie es immer der Fall ist.

Beim Hunger erscheint ebenfalls im Harn und Koth so viel Asche, als aus dem nach dem Stickstoff des Harns berechneten Fleischverlust sich ergeben würde, zum Beweis, dass neben dem Fett eine Substanz von der Zusammensetzung oder dem Salzgehalt des Fleisches zersetzt worden ist. Ich habe für folgende Tabelle aus dem bei einer Anzahl von Hungerreihen im Harn entleerten Stickstoff das im Körper verbrannte Fleisch und (bei 1.30 %) den Aschegehalt desselben berechnet. Die Salze des Harns ergaben sich aus dem Harnstoff, dessen Menge beim Hunger nach vielen von mir ausgeführten Bestimmungen sich zu der der Salze wie 6.5 : 1 verhält. Nach Untersuchungen, die ich später mittheilen werde, wird auch beim Hunger Koth im Darm abgesondert, und zwar im Tag im Mittel 1.95 Grmm. mit 18.92 % Asche, so dass beim Hunger im Tag 0.35 Grmm. Asche für den Koth treffen.

Datum.	Anzahl der Hungertage.	Asche im zersetzten Fleisch.	Asche im Harn.	Asche im Koth.	Asche im Harn und Koth.
19. October 1857	6	21.7	18.7	2.10	20.8
28. November 1858	3	8.9	7.6	1.05	8.7
8. April 1859	7	23.1	20.0	2.45	22.5
15. November 1857	1	1.8	1.5	0.35	1.9
17. März 1858	1	1.0	0.9	0.35	1.3
13. Januar 1860	5	13.3	12.0	1.75	13.8
23. Januar 1860	9	18.7	16.1	3.15	19.3
16. November 1860	4	12.8	11.1	1.40	12.5
26. November 1860	1	3.5	3.0	0.35	3.4
30. November 1860	4	9.9	8.5	1.40	9.9
4. April 1861	8	30.2	26.0	2.80	28.8
4. Juni 1861	1	1.7	1.5	0.35	1.9
6. Juni 1861	1	1.5	1.3	0.35	1.7
9. Februar 1862	8	23.6	20.3	2.80	23.1
5. März 1862	10	26.9	23.3	3.50	26.8
26. Juli 1863	6	15.8	13.7	2.10	15.8
16. April 1864	11	29.2	25.2	3.85	29.1
12. Juni 1864	4	17.3	14.9	1.40	16.3
	90	260.9	225.6	31.50	257.1

Diese grosse Uebereinstimmung (bis auf 1.5 %) zwischen der in den Exkreten entleerten Asche und der aus dem Stickstoff der Exkrete berechneten Aschemenge des im Körper zersetzten Fleisches beweist wohl hinlänglich die Richtigkeit der Annahme, dass eine stickstoffhaltige Substanz von der Zusammensetzung des Fleisches umgesetzt wird.

Wenn im Körper eine stickstoffhaltige Substanz zersetzt wird, welche nicht Fleisch ist, so ändert sich auch das Verhältniss des Stickstoffs zu der Asche im Harn, wie es z. B. bei der Fütterung mit Leim der Fall ist. Es kommt hier[1]) um so weniger Asche auf die gleiche Menge Stickstoff, je mehr Leim gereicht worden war; es kann also dabei im Körper nicht eine Substanz von der Zusammensetzung des Fleisches verbrannt worden sein, sondern der salzfreie Leim ist der Zerstörung anheimgefallen.

Nicht allein die Gesammtasche des aus dem Stickstoff der Exkrete gerechneten zersetzten Fleisches erscheint im Harn und Koth, sondern auch einzelne Bestandtheile derselben, z. B. die Phosphorsäure, zum abermaligen Beweis, dass als stickstoffhaltige Substanz im Körper eine solche von der Zusammensetzung des Fleisches dem Umsatz unterliegt. Eine von E. Bischoff in meinem Laboratorium ausgeführte Untersuchung zeigt dies auf's deutlichste. Ist stickstoffhaltige Substanz angesetzt worden, so fehlt auch auf eine gewisse Menge Stickstoff eine bestimmte Menge Phosphorsäure und zwar im gleichen Verhältnisse wie im Fleische; beim Hunger findet sich eben so viel Phosphorsäure als in dem nach dem Stickstoff berechneten Fleisch vom Körper abgegeben worden sein müsste.

Dies sind die Belege dafür, dass die im Körper zersetzte stickstoffhaltige Substanz die elementare Zusammensetzung des Fleisches (des Muskels, des Blutes u. s w.) hat. Die Einführung dieses Ausdrucks erleichtert überdies so wesentlich die Vorstellung und die Vergleichung über das im Körper Zersetzte, wie Jeder, der die Sache überlegt, einsehen wird, dass es thöricht wäre, sich dieses Vortheils nicht zu bedienen, da in Wirklichkeit ein solcher Vorgang stattfindet. Man soll aber ja nicht meinen, es hienge von der Richtigkeit

---

[1]) Gesetze der Ernährung. S. 300.

obigen Satzes der Werth unserer Arbeit ab. Wem die Reduktion auf feuchtes Fleisch nicht zusagt, der reducire auf trocknes Eiweiss, und wer dieses nicht will, nehme die Stickstoffzahlen, wie sie die Analyse ergiebt, es wird sich an den Gesetzen des Stickstoffumsatzes im Körper nicht das Mindeste ändern.

Die nun folgenden Untersuchungen über die Verschiedenheiten der Stickstoffausscheidung sind daher nur gegründet auf die Beobachtung des in den Einnahmen und Ausgaben direkt gefundenen Stickstoffs und sie machen nur die eine Voraussetzung, die ich nach den Erörterungen in diesem Aufsatze für genügend bewiesen halte, dass aller Stickstoff der im Körper umgesetzten Gebilde im Harn und Koth austritt. Sie setzen namentlich nicht voraus, in welchem Organe die Zersetzung stattfindet, ob im Muskel, der Leber, dem Blute u. s. w., auch nicht welche Theile eines Organes derselben unterliegen, die organisirten oder die flüssigen, und endlich nicht, ob die seit längerer Zeit im Körper befindliche Substanz oder die durch die Nahrung eben erst eingeführte der Einwirkung des Sauerstoffs unterliegt. Der Entscheid dieser Fragen ist, so wichtig er für die Physiologie auch sein mag, für die Entwicklung der Gesetze des Verbrauchs an Stickstoff nicht nothwendig; wir werden sie mit Absicht erst später erörtern, um zu zeigen, dass sie mit den folgenden Versuchen nicht in nothwendigem Zusammenhang stehen.

Aus der Beobachtung des Stickstoffs im Harn und Koth kann man die Grössen des Stickstoffverbrauchs und der Zersetzung der stickstoffhaltigen Materien oder des Fleisches vollkommen feststellen. Es bleibt nur in manchen Fällen ungewiss, ob auch der Kohlenstoff und Wasserstoff des Fleisches ausgeschieden worden, oder als Fett im Körper zurückgeblieben ist. Gewiss ist, dass um so viel weniger stickstoffhaltige Substanz oder Fleisch im Körper existirt, als sich aus dem Stickstoff des Harns und Koths berechnen lässt.

Ueber den Einfluss der Zahl und Tiefe der Athembewegungen auf die Ausscheidung der Kohlensäure durch die Lungen.

Von

Hermann Lossen.

(Aus dem Voit'schen physiologischen Laboratorium.)

C. Vierordt hat in seinem ausgezeichneten Werke über „die Physiologie des Athmens" die beiden folgenden Gesetze über den Einfluss des Modus der Athembewegungen auf die Kohlensäureausscheidung aufgestellt:

1) bei willkührlicher Vermehrung der Zahl der Athemzüge und gleich bleibender möglichst normaler Tiefe (d. h. etwa 500 c. c.) nimmt der Prozentgehalt der ausgeathmeten Luft an Kohlensäure ab, die in gleicher Zeit ausgeathmete absolute Kohlensäuremenge aber zu;
2) bei willkührlicher Vermehrung der Tiefe der Athemzüge und normaler Zahl derselben sinkt der procentige Kohlensäurewerth, die absolute Kohlensäuremenge aber steigt.

Die procentige Verminderung des Kohlensäuregehalts der Exspirationsluft bei zahlreichern oder tiefern Athemzügen lässt sich einfach und vollkommen befriedigend aus dem grösseren Volum der ein- und ausgeathmeten Luft erklären. Die unter diesen Verhältnissen beobachtete absolute Vermehrung desselben könnte jedoch von zwei Ursachen herrühren, einmal von einer verstärkten Kohlensäurebildung in Folge einer mächtigeren Sauerstoffaufnahme und Verbrennung oder zweitens ohne eine grössere Kohlensäureerzeugung von einer ausgiebigeren Ventilation in der Lunge, wodurch der Spannungsunterschied zwischen der Kohlensäure der Lungenluft und des Blutes erhöht und die Ausscheidung der schon angesammelten Kohlensäure

begünstigt wird. Im ersteren Falle müsste die Vermehrung eine stetige, im letztern aber eine vorübergehende sein.

Die Versuche von Vierordt konnten hierüber keinen Aufschluss geben, da sie im höchsten Falle nur 3 Minuten anwährten. Die meisten Physiologen haben sich wohl zur letzteren Ansicht hingeneigt, jedoch ist darüber kaum etwas Bestimmtes ausgesprochen worden. Noch weniger aber hat man durch das Experiment geprüft, ob die von Vierordt während wenigen Minuten beobachtete absolute Vermehrung der Kohlensäure anhält und ob man ein Recht hat, aus der in einem so kurzen Zeitraum angesammelten Kohlensäuremenge zu schliessen, dass eine solche Steigerung auch länger z. B. während 24 Stunden möglich ist. Denn wenn im Tag bei 12 Athemzügen in der Minute etwa 700 Grmm. Kohlensäure ausgeschieden werden, so würden unter obiger Voraussetzung in derselben Zeit bei 96 Athemzügen in der Minute 3700 Grmm. entfernt werden müssen.

Viele übersahen auch noch, dass der von Vierordt aufgestellte Satz nur für den Fall gilt, dass bei zahlreichern Athemzügen die Tiefe derselben gleich der eines gewöhnlichen Athemzugs (=500c. c.) bleibt und dass bei tiefern Athemzügen die Frequenz nicht geändert wird. Sie stellten das Resultat ganz allgemein hin und meinten, wenn man im gewöhnlichen Leben häufiger oder tiefer athme, werde absolut mehr Kohlensäure ausgeschieden, während dies doch nicht im Entferntesten dargethan ist. Es ist noch ganz unerforscht, wie lange man bei zahlreichern Athemzügen gleich tief, oder bei tiefern gleich zahlreich athmen kann. Ja es ist nicht einmal sicher, ob die von Vierordt angegebenen Grenzen (6—96 Athemzüge in der Minute bei 500c. c. Tiefe und 12 Athemzüge in der Minute bei 250—4000c. c. Tiefe) auch nur wenige Minuten lang eingehalten werden können, da aus seinen Mittheilungen nicht zu ersehen ist, wie genau die Ausführung den Anforderungen entsprach. Er sagt nur, dass er bei mehr Athemzügen die Tiefe derselben so weit es möglich war normal (auf 500c. c.) erhalten habe; wie weit war dies aber möglich? Bei 96 Athemzügen wären in der Minute 48000c. c. Luft gewechselt worden, und der Vierordt'sche Exspirator wäre in 12 Sekunden gefüllt gewesen; 1 Athemzug hätte

nur 0.6 Sekunden gewährt, während welcher Zeit jedoch nicht 500c. c. Luft ein- und wieder ausgeathmet werden können. Bei 8facher Tiefe der Athemzüge (also 4000c. c. mit jeder Inspiration) kann wegen der Kürze der Zeit nicht 12 mal in der Minute der Wechsel stattfinden; der Exspirator hätte nur die Luft von 2 Athemzügen gefasst. Die Resultate von Vierordt über die absolute Kohlensäuremenge gelten aber nur unter der Annahme, dass bei grösserer Frequenz das Volum jeder Exspiration noch 500c. c. betrug oder die 2—8fache Tiefe wirklich erreicht worden ist, was bei der Anordnung seiner Versuche nur sehr schwer zu bestimmen war, wie er selbst angibt (S. 111 u. 121).

Da es von nicht geringer Bedeutung ist, zu wissen, in wie weit wir durch eine Aenderung im Athemmechanismus auf den Gang der Zersetzungen im Organismus einwirken können, so schlug mir Professor Voit vor, eine Beantwortung obiger Fragen zu versuchen. Es sollte geprüft werden:

1) ob bei zahlreichern Athemzügen, wenn man die Tiefe dem Gefühl überlässt procentig weniger und absolut mehr Kohlensäure ausgeschieden wird, oder ob in diesem Falle eine Compensation durch flachere Athemzüge eintritt;
2) wie sich die Verhältnisse stellen, wenn man bei verschiedener Frequenz der Athembewegungen die jeweilige Tiefe streng gleich hält und wie lange dies ertragen werden kann;
3) wie sich die Ausscheidung bei gleicher Frequenz und wechselnder Tiefe verhält und wie lange man einen solchen Modus fortsetzen kann;
4) ob die Kohlesäureausscheidung gleich bleibt, oder sich ändert, wenn durch verschiedene Zahl und Tiefe der Athemzüge das Gesammtvolum der in gleicher Zeit ausgeathmeten Luft dasselbe ist.

I.

Beschreibung des Athemapparates.

Ich beschreibe zunächst den mir zu meinen Untersuchungen dienenden von Professor Voit zusammengestellten Apparat.

Die Nachtheile des Vierordt'schen Verfahrens beruhen in der

nur durch lange Uebung zu beseitigenden Schwierigkeit des Auffangens der Athemluft, in der Unmöglichkeit die Tiefe der Athemzüge genau zu controliren und den Versuch längere Zeit fortzusetzen, in der umständlichen volumetrischen Bestimmung der Kohlensäure und endlich in der Nichtberücksichtigung der schon in der eingeathmeten Luft vorhandenen wechselnden Kohlensäuremenge.

Diese Nachtheile wurden auf folgende Weise zu vermeiden gesucht.

Der auf Tafel 1 abgebildete Athemapparat besteht aus den (Müller'schen) Wasserventilen (*A*), welche die inspirirte und exspirirte Luft von einander isoliren; aus der genau geaichten doppelhalsigen Flasche (*B*), in der die Probe der zu untersuchenden Luft aufgefangen wird; und aus der die gesammte exspirirte Luft messenden Gasuhr (*C*).

In die Wasserventile mündeten zwei in ein zinnernes Mundstück auslaufende weite Kautschukschläuche (*a* und *b*); die beiden dazwischen eingeschobenen Glasröhren fingen den während des Versuchs ablaufenden Speichel auf.

Die (ungefähr 2 Liter fassende) doppelhalsige Flasche stand vermittelst der beiden Hälse, welche durch genau gearbeitete messingene Hähne (*d* und *e*) abgeschlossen werden konnten, durch Ansatzstücke auf der einen Seite mit dem einen Wasserventil, auf der andern mit der geaichten Gasuhr in Verbindung. Die beiden messingenen Ansatzstücke wurden durch die Ueberwurfsschrauben (*f* und *g*) auf der Flasche luftdicht befestigt und konnten leicht abgenommen werden; zum raschern Wechsel und zur öfteren Probenahme standen drei solcher Flaschen, auf die die gleichen Hähne aufgeschraubt werden konnten, zur Verfügung. Der gegen das Ventil zu gerichtete Hahn (*e*) der Flasche lief in eine bis nahe an den Boden der Flasche reichende Glasröhre aus, die Ausathmungsluft musste daher von unten nach oben durch die Flasche streichen, wodurch eine gleichmässige Mischung der Luft erreicht wurde. Am andern Hahn (*d*) hing von einem Hacken ein in $^1/_{10}{}^0$ getheiltes Thermometer (*i*) in den Raum der Flasche herab, das mehrmals während eines Versuchs abgelesen wurde. Die Temperatur der durch die Gasuhr gehenden Luft konnte ebenfalls durch ein in sie eingebrachtes Ther-

mometer (*m*) bestimmt werden. Auch die Temperatur der Zimmerluft und der Barometerstand wurden notirt. Alle Glas- und Kautschukröhren und die Bohrungen der Hähne des Apparates hatten einen Durchmesser von 19 Millim. im Lichten, um die Athmung nicht zu beeinträchtigen.

Beim Beginne des Versuchs wurde das Mundstück zwischen Lippen und Zähne genommen, die Nase mit einer Zwinge verschlossen und nun in dem betreffenden Rhythmus ein- und ausgeathmet. Die Inspirationsluft trat durch den Inspirationscylinder (k) des Ventils ein, die Exspirationsluft, nachdem sie den zweiten Cylinder (l) und die Flasche (*B*) passirt, durch die Gasuhr aus, wo sie gemessen wurde.

Sollte der Versuch 15 Minuten lang dauern, so wurden nach Verlauf dieser Zeit die beiden Hähne mit dem Einschlagen des Sekundenzeigers geschlossen, das Mundstück weggenommen und in demselben Rhythmus ausserhalb des Apparates fortgeathmet[1]). Darauf konnte zu einer neuen Probe eine andere Flasche eingeschaltet werden; bei jedem Versuch wurden auf diese Weise drei Proben genommen. An der Gasuhr las man dann nach jeder Probeathmung die in der betreffenden Zeit exspirirte Luftmenge ab. Sollte eine gewisse Tiefe der Inspiration eingehalten werden, so verband man mit dem Inspirationscylinder (k) des Ventils eine zweite Gasuhr, deren Zeigerblatt gegen den Athmenden zugekehrt war, durch die dann mit jedem Athemzuge genau das gleiche Luftvolum eingesaugt werden konnte.

Die Hindernisse, welche der Apparat dem Athmen darbietet, sind gleich Null zu rechnen, denn die Verdrängung der wenige Millimeter hohen Wassersäulen in den Ventilen bei der In- und Exspiration erforderte nicht die mindeste Anstrengung. Ich habe über eine Stunde durch die Vorrichtung geathmet und ich hätte es sehr gut noch länger fortführen können.

Bezüglich des luftdichten Verschlusses zeigte sich der Apparat nach vielen Probeversuchen völlig zuverlässig, nur bei dem schnell-

---

[1]) Die in der 2 Liter fassenden Flasche anfangs befindliche atmosphärische Luft ist schon nach wenigen Minuten durch die grosse Menge der Athemluft völlig verdrängt. Kein Versuch währte kürzere Zeit als 5 Minuten; unterdessen strömen wenigstens 20 Liter Luft durch den Apparat.

sten Athmungsrhythmus liessen die Ventile hie und da eine Luftblase im entgegengesetzten Sinne hindurch.

Zur quantitativen Bestimmung der Kohlensäure in den auf obige Weise gewonnenen drei Proben der exspirirten Luft diente die von Pettenkofer[1]) angegebene Methode. In jede Flasche wurden gleich nach der Wegnahme aus dem Apparat 120c. c. starkes Barytwasser gegeben und 10 Minuten lang geschüttelt. Zwei zu Anfang und am Ende eines jeden Versuchs mit der Zimmerluft angefüllte (etwa 4 Liter fassende) geaichte Glaskolben erfuhren dieselbe Behandlung mit 50c. c. schwächern Barytwassers. Jedesmal am Schlusse eines Versuchs titrirte ich die Proben (je 30c. c. des Barytwassers) der ein- und ausgeathmeten Luft mit einer Oxalsäure von bekanntem Gehalt (1c. c. = 1 m. gr. Kohlensäure), nachdem der Titre des angewandten Barytwassers bestimmt war. Das Volum des angewandten Barytwassers musste natürlich von dem der Flaschen und Kolben abgezogen werden.

Nachdem die Luftvolumina der Flaschen und Kolben, sowie die, welche bei jeder Probeathmung durch die Gasuhr angezeigt wurden, auf 0^0 und 760m. m. Barometerstand (mit Berücksichtigung der Spannkraft des Wasserdampfes[2])), reduzirt waren, berechnete ich, nach Abzug der in einem gleichen Volum der Inspirationsluft schon befindlichen Kohlensäuremenge, den Procentgehalt der Exspirationsluft an Kohlensäure und mit Hülfe der aus der Ablesung an der Gasuhr bekannten Gesammtmenge der ausgeathmeten Luft die absolute Quantität der in der betreffenden Zeit ausgeschiedenen Kohlensäure.

Zur Erzielung möglichst gleichartiger Verhältnisse fand täglich nur ein einziger Versuch an mir selbst statt und zwar stets in der Zeit von 8—10 Uhr Vormittags, 2 Stunden nach Einnahme des Frühstücks, bei vollkommenster Ruhe des Körpers im Sitzen. Ich

---

[1]) Pettenkofer, Luftwechsel in Wohngebäuden.

[2]) Es wurde angenommen, dass die Luft mit Wasserdampf gesättigt war; die Probe der äusseren Luft war es durch das Barytwasser, die der eingeathmeten und ausgeathmeten Luft durch das in den Ventilen und den Gasuhren befindliche Wasser.

befand mich zur Zeit, als ich die Versuche ausführte, vollständig wohl und besonders, was die Respirationsorgane betrifft, in völlig normalem Zustande.

II.

Verschiedene Frequenz der Athemzüge, Tiefe nach Willkühr.

In dieser Reihe athmete ich von 5—60 Mal in der Minute, und zwar nicht nur wenige Minuten lang, sondern durchschnittlich während 1½ Stunden; die meisten Versuche hätten jedoch noch viel länger fortgesetzt werden können. Zur Regulirung der Frequenz diente eine Tertienuhr oder auch ein Pendelchronometer. Das Volum eines Athemzugs wurde ganz der Willkühr und dem Bedürfniss überlassen, es konnte aber nachträglich, da die Gesammtmenge der geathmeten Luft und die Zahl der Athemzüge bekannt war, berechnet werden. Am Anfang, in der Mitte und am Ende des über eine Stunde bei gleicher Frequenz der Athemzüge währenden Versuchs athmete ich jedesmal genau 15 Minuten lang durch den Apparat. Die Resultate dieser Versuche stelle ich in folgender Tabelle zusammen.

Zahl der Athemzüge in der Minute.	Volum der in 15′ ausgeathmeten Luft in Liter.	CO_2 in 1 Liter Athemluft in Grmm.	Menge der in 15′ ausgeathmeten CO_2 in Grmm.	Dauer des ganzen Versuchs.
5	I. a. 78.4	0.1078	8.46	1h 17′
	I. b. 76.5	0.1129	8.68	
	I. c. 75 6	0.1083	8.19	
	II. a. 72.7	0.1022	7.43	1h 26′
	II. b. 71.0	0.1042	7.41	
	II. c. 76.4	0.1000	7.65	
10	I. a. 85.0	0.0885	7.53	1h 21′
	I. b. 83.7	0.0910	7.62	
	I. c. 82.6	0.0862	7.12	
	II. a. 86.4	0.0898	7.76	1h 17′
	II. b. 85.9	0.0932	8.00	
	II. c. 78.2	0.0842	6.58	

Zahl der Athemzüge in der Minute.	Volum der in 15′ ausgeathmeten Luft in Liter.	CO_2 in 1 Liter Athemluft in Grmm.	Menge der in 15′ ausgeathmeten CO_2 in Grmm.	Dauer des ganzen Versuchs.
15	I. a. 103.1	0.0847	8.73	1h 53′
	I. b. 104.5	0.0803	8.39	
	I. c. 88.4	0.0848	7.50	
	II. a. 95.1	0.0768	7.30	1h 29′
	II. b. 91.7	0.0788	7.22	
	II. c. 88.2	0.0769	6.79	
	III. a. 98.6	0.0726	7.16	1h 20′
	III. b. 92.7	0.0671	6.22	
	III. c. 87.5	0.0750	6.56	
20	I. a. 108.7	0.0688	7.48	1h 16′
	I. b. 106.3	0.0780	8.29	
	I. c. 108.8	0.0778	8.46	
	II. a. 141.4	0.0601	8.49	1h 21′
	II. b. 119.3	0.0692	8.26	
	II. c. 137.6	0.0573	7.88	
30	I. a. 136.1	0.0631	8.59	1h 19′
	I. b. 116.7	0.0615	7.18	
	I. c. 109.8	0.0646	7.10	
	II. a. 127.0	0.0573	7.28	1h 24
	II. b. 114.5	0.0586	6.71	
	II. c. 122.0	0.0529	6.46	
40	I. a. 148.5	0.0418	6.21	1h 17′
	I. b. 131.8	0.0415	5.47	
	I. c. 125.7	0.0484	6.08	
	II. a. 136.6	0.0569	7.77	1h 16′
	II. b. 142.5	0.0482	6.86	
	II. c. 146.2	0.0558	8.15	
60	I. a. 162.2	0.0404	6.55	1h 17′
	I. b. 171.5	0.0416	7.14	
	I. c. 159.1	0.0420	6.69	
	II. a. 192.7	0.0321	6.19	1h 14′
	II. b. 184.8	0.0359	6.64	
	II. c. 175.8	0.0372	6.54	

Daraus ergeben sich folgende mittlere Werthe.

Nr. des Versuchs.	Zahl der Athemzüge in der Minute.	Volum der in 15' ausgeathmeten Luft in Liter.	Volum eines Athemzuges in c. c.	CO_2 in 1 Liter Athemluft in Grmm.	CO_2 in 15' in Grmm.	CO_2 in 1 Exspiration in Grmm.	In 100 c. c. Luft Vol. % CO_2.	Zeit einer Athmung in Sekunden.
1.	5	75.1	1002	0.1059	7.96	0.1061	5.33	12
2.	10	83.6	558	0.0888	7.44	0.0495	4.47	6
3.	15	94.4	420	0.0774	7.32	0.0325	3.90	4
4.	20	120.3	401	0.0667	8.14	0.0267	3.36	3
5.	30	121.0	269	0.0597	7.18	0.0161	3.00	2
6.	40	138.5	231	0.0488	6.76	0.0113	2.45	1½
7.	60	182.7	203	0.0382	6.63	0.0077	1.92	1

Wenn man bei mehr Athemzügen in der Minute die Tiefe dem Bedürfniss überlässt, nimmt allerdings die Menge des in gleichen Zeiten ausgeathmeten Luftvolums zu, aber das mit je einem Athemzug eingenommene bedeutend ab. Da bei 12 mal mehr Athemzügen das Volum eines Athemzugs 5 mal kleiner ist, so wird in diesem Fall nicht 12 mal mehr Luft gewechselt, sondern nur 2.4 mal so viel.

Dem grösseren ausgeathmeten Luftvolum entsprechend nimmt die procentige Kohlensäuremenge allmählich ab, jedoch um mehr (um das 2.8fache) als das Volum der Luft zunahm (die um das 2.4 fache zunahm), so dass in Folge davon die absolute Menge der abgegebenen Kohlensäure nicht zunimmt, sondern abnimmt.

Es ist eine sehr wichtige Thatsache, dass unter den gewöhnlichen Verhältnissen nicht nur die procentige, sondern auch die absolute Menge der Kohlensäure im umgekehrten Verhältnisse zu der Zahl der Athemzüge steht. Das Gewicht der in 15 Minuten ausgetretenen Kohlensäure geht von 7.96 allmählich bis auf 6.63 Grmm. = 20% herab[1].

---

[1]) Die bei den einzelnen Versuchen ausgeathmeten Luftvolumina konnten nicht ganz gleich ausfallen, denn ich gab mir nicht die geringste Mühe, die Tiefe der Athemzüge gleich zu halten. War einmal ein Athemzug etwas tiefer ausgefallen, so folgte ihm ein flacherer nach, so dass das im Ganzen exspirirte Luftvolum bei gleicher Frequenz in bestimmter Zeit ziemlich gleich blieb. Das unerwartete An-

Die Zahl der Athemzüge beträgt bei mir in der Ruhe in der Minute 14—15; bei obigen Versuchen athmete ich bei dieser Zahl mit jeder Exspiration 420c. c. Luft aus. Würde ich den ganzen Tag über auf diese Weise athmen, so hätte ich 703 Grmm. Kohlensäure ausgeschieden. Ranke hat als mittlere Kohlensäuremenge des Menschen 760 Grmm. für 24 Stunden gefunden; meine Zahl ist etwas niedriger, da die Versuche in die Vormittagsstunden nach einem nicht sehr reichlichen Frühstück fielen, während nach dem Mittagessen sicherlich mehr Kohlensäure entfernt wird. Die Differenz von diesem mittleren Werth beträgt, für den ganzen Tag berechnet, bei weniger Athemzügen 61 Grmm. Kohlensäure = 17 Grmm. Kohlenstoff mehr, bei mehr Athemzügen aber 67 Grmm. Kohlensäure = 19 Grmm. Kohlenstoff weniger.

Woher rührt die geringere Kohlensäureausscheidung bei mehr Athemzügen und die grössere bei weniger? Ist es möglich diese Verschiedenheiten einfach aus einer Aenderung in der Ventilation zu erklären, oder muss man eine veränderte Kohlensäurebildung zu Hülfe nehmen?

Man könnte auf den ersten Blick wohl geneigt sein, die erstere Hypothese für wahrscheinlicher zu halten. Es bleibt nach der Exspiration stets noch ein ansehnlicher Theil der Luft in der Lunge zurück, viel bei flacherem, weniger bei tieferem Athmen; die untersten Schichten mit einem grösseren Kohlensäuregehalt nehmen um

---

steigen des Werthes der absoluten Kohlensäuremenge bei 20 Athemzügen in der Minute ist in der Anordnung des Versuchs begründet. Da ich nämlich den jeweiligen Athmungsrhythmus nach einer Sekunden schlagenden Uhr regulirte, so war es bei 20 Athemzügen in der Minute, wo also während einer Ein- und Ausathmung der Sekundenzeiger 3 mal rückte, für eine Zeit von 1/4 Stunde geradezu unmöglich, gegen den Takt der Uhr auf die Inspiration und die Exspiration gleich viel Zeit zu verwenden. Nach der Art des gewöhnlichen Athmens, bei welchem ja die Exspiration immer länger dauert als die Inspiration, geschah es eben von selbst, dass ich für das Einathmen 1, für das Ausathmen 2 Sekunden brauchte. Der Thorax hatte also mehr als die ihm zugemessene Zeit, um zusammenzusinken, durch die Inspiration konnte wieder mehr Luft eingeführt werden und so wurde das Volum eines Athemzuges ungefähr gleich dem des vorausgehenden Versuchs. Es wurde so eine dem betreffenden Rhythmus nicht entsprechende Menge Luft ausgeathmet und desshalb der Werth für die absolute Kohlensäuremenge unrichtig, während der für die relative Menge keineswegs die Reihe unterbricht.

so weniger an dem Wechsel Theil, je weniger tief die Athemzüge sind.

Macht man eine tiefe Inspiration, so vermischt sich die einströmende Luft auch mit der in den unteren Theilen befindlichen kohlensäurereichen Lungenluft, so dass bei der darauf folgenden tiefen Exspiration sehr viel Kohlensäure entfernt wird. In Folge dieser ausgiebigen Ventilation nimmt, wie Ludwig in seinem Lehrbuch trefflich auseinander gesetzt hat, die Dichtigkeit der Kohlensäure in der Lungenluft ab und der Spannungsunterschied zwischen der Kohlensäure der Lungenluft und der des Blutes oder der Gewebe dagegen zu, so dass aus dem letzten so lange mehr Kohlensäure abgegeben wird, bis bei fortgesetztem tiefem Athmen ein Gleichgewichtszustand mit dem geringen Kohlensäuregehalt der Lungenluft eingetreten ist. Die so in grösserer Masse abgegebene, schon vorher vorhandene Kohlensäure könnte vielleicht das von mir beobachtete Plus in der bei weniger zahlreichen, aber tieferen Athemzügen ausgeathmeten Luft hervorbringen.

Umgekehrt ist es bei zahlreichern Athemzügen, wo mit jedem weniger Luft in die Lunge aufgenommen wird. Es findet hier nicht eine Vermengung der neu eintretenden Luft mit dem in der Tiefe der Lunge befindlichen Gasgemenge statt, sondern nur mit den obersten Lagen desselben. Das zurückbleibende Gas wird also reicher an Kohlensäure, die Differenz der Kohlensäurespannung der Lungenluft und der des Blutes oder der Gewebe wird kleiner, daher weniger Kohlensäure aus letzteren entweichen kann. In diesem Falle muss bei längerer Fortsetzung eine Kohlensäureanhäufung in der Luft der Lungenbläschen, in dem Blute und den Gewebesäften eintreten, die bei sehr flachem Athem Erstickungssymptome herbeiführt. Eine solche Ansammlung findet in der That bei sehr oberflächlichem Athemholen auch statt; ich habe stets bemerkt, dass das tiefere Athmen weit besser 1 Stunde oder länger fortgesetzt werden konnte als das weniger tiefe und zahlreichere.

Handelte es sich bei weniger Athemzügen nur um eine ausgiebigere Ventilation, so müsste in der ersten Probe mehr Kohlensäure austreten als in der zweiten und dritten; nun sieht man wohl in der absoluten Kohlensäuremenge in 15 Minuten Unterschiede,

diese zeigen aber durchaus nichts Gesetzmässiges, kein gleichmässiges Abfallen oder Ansteigen.

Ueberlegt man ferner, ob 61—67 Grmm. Kohlensäure durch eine geringere Spannung derselben im Körper abgegeben oder im umgekehrten Fall aufgenommen werden können, so zeigt sich, dass dies nicht wohl möglich ist.

Die in der ganzen Lunge vorhandene Kohlensäuremenge ist eine sehr geringe. Nimmt man als Vitalcapacität der Lunge 3700c. c. Luft mit 4.5 Vol. % Kohlensäure an und als rückständige Luft 1500 c. mit 7.5 Vol. % Kohlensäure, so würden in der Lunge nicht mehr als 0.5 Grmm. dieser Säure enthalten sein.

Ein Mensch von 69 Kilo Gewicht enthält etwa 5000c. c. Blut, die, wenn in 100 Vol. Blut 30 Volumina Kohlensäure sind, 1500c. c. = 3.0 Grmm. Kohlensäure einschliessen.

Nun befindet sich im übrigen Körper sicherlich noch eine grosse Menge Kohlensäure; es ist aber schwer zu sagen, wie viel sie beträgt. Im Gesammtkörper von 69 Kilo sind bei 58% (nach E. Bischoff) etwa 40 Kilo Wasser; zieht man die Menge des Blutes davon ab und nimmt man an, dass dies Wasser so viel Kohlensäure enthält als das Blut, so wären darin noch 10500 c. c. = 20.7 Grmm. Kohlensäure. Im ganzen Körper hätten wir demnach 24 Grmm. Kohlensäure angehäuft.

Es ist aber ganz unmöglich, dass in der Lungenluft oder dem übrigen Körper gar keine Kohlensäure zurückbleibt, so dass also unter keinen Umständen, auch wenn unsere Schätzungen weit von der Wahrheit abweichen sollten, die Menge von 61 Grmm. abgegebener Kohlensäure erreicht würde.

Man könnte zwar einwenden, ob wir unbedingt das Recht haben, von einer Zeit von 1 – 2 Stunden, während welcher das von der Mittelzahl abweichende Athmen ertragen wurde, auf 24 Stunden zu schliessen. Ich glaube aber, dass es wohl möglich gewesen wäre, nur 5mal in der Minute bei grösserer Tiefe einen ganzen Tag über zu athmen, wenn auch das häufigere und flachere Athemholen bis zu 60mal in der Minute an Ermüdung wahrscheinlich gescheitert wäre.

Es bleibt uns daher nichts anderes übrig, als das Plus der Kohlensäure bei weniger häufigerem und das Minus bei häufigerem

Athem von einer grössern oder geringern Bildung der Kohlensäure, also auch einer entsprechend grössern oder geringern Sauerstoff-Aufnahme abzuleiten.

Die Aufnahme des Sauerstoffes ins Blut ist zwar unter sonst gleichen Umständen abhängig von der Eigenschaft der Blutkörperchen dies Gas zu binden, also auch von der Menge des Bluts und der in ihm enthaltenen Körperchen; sie muss aber auch abhängig sein von der über das Blut geschichteten Sauerstoffquantität. Aus reinem Sauerstoffgas wird beim gewöhnlichen Athmen allerdings nicht mehr Sauerstoff in das Blut eingeführt als aus 21 Vol. % Sauerstoff haltiger atmosphärischer Luft, da bei letzterer das Maximum der Sauerstoff-Aufnahme schon eingetreten ist; es wird aber Niemand daran zweifeln, dass bei einer sehr geringen Menge dieses Gases eine untere Grenze erreicht wird, bei der das Leben nicht mehr möglich ist.

Da nun bei grösserer Athemfrequenz das Volum der in der Lunge gewechselten Luft ein viel kleineres ist, so wird zunächst die Menge des Sauerstoffs in der Lunge ab- und die der Kohlensäure zunehmen, und desshalb weniger Sauerstoff ins Blut eintreten; ferner aber wird die Fläche des Blutes in der Lunge bei geringerer Ausdehnung der letzteren kleiner sein und dies abermals zu obigem Resultat beitragen. Umgekehrt ist es bei geringerer Athemfrequenz; die Athemzüge werden tiefer, die Lunge wird stärker ventilirt, die Sauerstoffmenge derselben nimmt absolut und procentig zu und ebenso die Fläche des dem Sauerstoff dargebotenen Blutes; es tritt in Folge davon mehr Sauerstoff in das Blut ein.

Man könnte noch an ein anderes Moment denken; es könnte nämlich durch eine grössere Zahl der Herzschläge in der gleichen Zeit mehr Blut durch die Lunge getrieben und so mehr Sauerstoff aufgenommen werden. Man müsste dann aber bei einer geringen Zahl der Athemzüge eine grössere Anzahl der Herzschläge und umgekehrt beobachten, was von vornherein wenig wahrscheinlich ist. Um dies zu entscheiden, habe ich bei 5 und 60 Athemzügen in der Minute während der Zeit einer Stunde die Zahl der Pulsschläge gezählt. Die Versuche wurden 6—8 Stunden nach dem Mittagessen ruhig sitzend angestellt. Ich erhielt dabei folgende Zahlen:

A. 60 Athemzüge in der Minute.

1.			2.		
6h	48′	normal 61 Schläge	6h	25′	normal 59 Schläge
6	58	65	6	35	65
7	8	60	6	45	62
7	18	59	6	55	62
7	28	59	7	5	58
7	38	57	7	15	61
7	48	56	7	25	61
		59			61

B. 5 Athemzüge in der Minute.

1.			2.		
6h	55′	normal 63 Schläge	6h	30′	normal 59 Schläge
7	5	62	6	40	65
7	15	61	6	50	58
7	25	60	7	0	65
7	35	59	7	10	61
7	45	58	7	20	62
7	55	59	7	30	57
		60			61

Es zeigt sich bei einer Aenderung in der Athemfrequenz keine wesentliche Aenderung in der Pulsfrequenz; in den ersten Versuchen beider Reihen findet eine geringe Abnahme, in den zweiten eine geringe Zunahme der Zahl der Herzschläge statt. Es ist wahrscheinlich, dass die allmähliche Abnahme von dem längeren ruhigen Sitzen herrührt; ich habe bei gewöhnlichem Athmen während des Studirens während 2 Stunden von Zeit zu Zeit den Puls gezählt und dabei einmal eine allmähliche Abnahme von 59 zu 55 und ein ander Mal von 70 zu 60 beobachtet. Bei mehr Athemzügen könnte eine Abnahme in der Zahl der Herzschläge auch durch die grössere Kohlensäure-Anhäufung im Blute bedingt sein. Es steht also die Puls- und Athemfrequenz durchaus nicht in dem innigen und nothwendigen Zusammenhang, wie man gewöhnlich glaubt.

Bei Bewegung des gesammten Körpers (Arbeiten, Laufen etc.) wird aber unstreitig bei grösserer Frequenz der Athemzüge (und auch der Herzschläge) mehr Sauerstoff in den Körper aufgenommen. In diesem Falle sind die Athembewegungen nicht nur zahlreicher, sondern zu gleicher Zeit auch tiefer als gewöhnlich, während wenn wir ohne Bewegung des Körpers öfter in der Zeiteinheit athmen, die Tiefe umgekehrt geringer wird; der Erfolg ist desshalb auch ein entgegengesetzter.

Wenn wir zahlreiche Athemzüge machen sollen, so ist es uns wegen der zu grossen Anstrengung nicht bequem, ja meist unmöglich, wie ich noch darthun werde, bei der kurzen Dauer eines Athemzugs mit normaler Tiefe zu athmen. Wir ziehen es vor, weniger Luft einzuziehen und zwar so wenig, als es für den Ablauf der Oxydationsprocesse im Körper eben noch zulässig ist; man gewöhnt sich nach und nach ziemlich gut an den geringern Sauerstoffverbrauch.

Nachdem wir erfahren haben, dass, wenn man die Tiefe der Athemzüge der Willkühr überlässt, eine grössere Frequenz derselben nicht eine absolute Zunahme der Kohlensäureausscheidung nach sich zieht, sondern aus leicht begreiflichen Gründen eine Abnahme, so frägt es sich jetzt, ob bei gleicher Tiefe mehr oder weniger Athemzüge andauernd gemacht werden können und ob bei gleicher Zahl der Athemzüge die Tiefe derselben länger verschieden gehalten werden kann und ob dann das eintrifft, was Vierordt in diesen Fällen bei grösserer Zahl und Tiefe der Athemzüge wahrgenommen hat, nämlich eine absolute Zunahme der Kohlensäuremenge.

III.

Verschiedene Frequenz der Athemzüge und gleiche Tiefe.

Dieser Abschnitt umfasst drei Reihen; in jeder sollte ein bestimmtes Volum Luft, in der ersteren etwa 442$^{c.\,c.}$ (d. i. das Volum eines normalen), in der zweiten 1400$^{c.\,c.}$ (d. i. das Volum eines tiefen) und endlich in der dritten 293$^{c.\,c.}$ (d. i. das Volum eines

flachen Athemzuges) mit jeder Inspiration eingenommen und mit Beibehaltung des betreffenden Volumens womöglich alle Rhythmen, von 5 bis 60 Athemzügen in der Minute durchlaufen werden. Da das exspirirte Luftquantum nur sehr schwer zu regeln ist, wenn nicht das inspirirte genau abgemessen ist, so wurde bei allen folgenden Versuchen, wie oben berichtet, eine zweite Gasuhr mit dem Inspirationsventil verbunden, um so auch das Volumen der Einathmungsluft zu bestimmen. Ich konnte hier in den meisten Fällen nicht 1—2 Stunden lang wie vorher in dem gleichen Rhythmus fortathmen, sondern häufig nur 15 oder wenige Minuten lang, jedoch wurden jedes Mal 3 Versuche angestellt. Wenn der Versuch längere Zeit fortgesetzt werden konnte, wurde auch nach Ausschluss der Flasche durch die Inspirationsuhr geathmet, um das Volum der eingeathmeten Luft immer gleich zu erhalten.

a. Tiefe 442$^{c.c.}$

Diese erste Reihe, in welcher 442$^{c.c.}$ Luft (nahezu 500$^{c.c.}$ bei mittlerer Temperatur, Druck und Wassergehalt) mit jedem Athemzug ausgeathmet werden mussten, liess sich von 15 Athemzügen in der Minute (einem 442$^{c.c.}$ ziemlich entsprechenden und normalen Rhythmus, der vollkommen gut eine Stunde 16 Minuten lang eingehalten werden konnte) nach abwärts nur bis zu 5 Athemzügen in der Minute überhaupt fortsetzen, wo wegen heftiger Dyspnoe der Versuch nach wenigen Athmungen abgebrochen werden musste, so dass also dabei keine Messung anzustellen war. 10 Athemzüge in der Minute konnten nur 5—6 Minuten lang gemacht werden, wonach die Glieder etwas abgeschlagen und der Kopf eingenommen war. Nach aufwärts befand sich die Grenze nicht weit hinter 30 Athemzügen in der Minute, denn bei diesem Rhythmus zeigten sich schon während des Versuchs, der jedoch eine Stunde 8 Minuten lang ertragen wurde, einige Athembeschwerden.

Zahl der Athemzüge in der Minute.	Volum der in 15′ ausgeathmeten Luft in Liter.	CO_2 in 1 Liter Athemluft in Grmm.	Menge der in 15′ ausgeathmeten CO_2 in Grmm.
10	a. 69.3	0.0979	6.78
	b. 64.7	0.1022	6.61
	c. 65.4	0.1016	6.65
15	a. 98.5	0.0820	8.08
	b. 100.0	0.0836	8.36
	c. 98.9	0.0843	8.34
30	a. 198.9	0.0470	9.34
	b. 198.1	0.0405	8.03
	c. 201.9	0.0451	9.11

Es berechnen sich darnach als Mittelzahlen:

Nr. des Versuchs.	Zahl der Athemzüge in der Minute.	Volum der in 15′ ausgeathmeten Luft in Liter.	Volum eines Athemzuges in c. c.	CO_2 in 1 Liter Athemluft in Grmm.	CO_2 in 15′ in Grmm.	CO_2 in 1 Exspiration in Grmm.	In 100c. c. Luft Vol. % CO_2.	Zeit einer Athmung in Sekunden.	Dauer des Versuchs.
8	10	66.5	443	0.1006	6.68	0.0446	5.06	6	6′
9	15	99.1	441	0.0833	8.26	0.0279	4.19	4	1h 16′
10	30	199.6	443	0.0442	8.83	0.0196	2.22	2	1h 8′

Als ich die Tiefe der Athemzüge der Willkühr überliess, hatte ich bei der entsprechenden Zahl ausgeathmet:

2	10	83.6	558	0.0888	7.44	0.0495	4.47	6	1h 19′
3	15	94.4	420	0.0774	7.32	0.0325	3.90	4	1h 34′
5	30	121.0	269	0.0597	7.18	0.0161	3.00	2	1h 21′

Damals wurden also bei 15 Athemzügen in der Minute (der normalen Zahl) 420c. c. mit jeder Athmung (Versuch Nr. 3) gewechselt, bei der jetzigen Reihe 441c. c.; dabei ist der Gehalt an Kohlensäure pro mille und auch die mittlere absolute Menge derselben in beiden Reihen ziemlich gleich; daher war es auch möglich bei 15 Athemzügen in der Minute die Tiefe von je 441c. c. während längerer Zeit einzuhalten.

30 Athemzüge in der Minute konnten hier bei einer Tiefe von je 443c. c. noch so ziemlich über eine Stunde gemacht werden, während in der Normalreihe bei willkührlicher Tiefe (Versuch Nr. 5) nur je 269c. c. Luft ausgeathmet wurden. Das Resultat war, dass bei dem tiefern Athmen relativ weniger und absolut mehr Kohlensäure entfernt wurde.

Es war nicht möglich 10 Athemzüge in der Minute (mit einer Tiefe von je 443c. c.) länger als 6 Minuten auszuführen. In der Normalreihe wurde mit jeder Athmung auch viel mehr Luft (558c. c., Versuch Nr. 2) in die Lunge aufgenommen; die nothwendige Folge war eine Steigerung der procentigen Kohlensäuremenge und eine Abnahme der absoluten, so dass Kohlensäure im Körper zurückgehalten wurde und zu wenig Sauerstoff in ihn eintrat.

Es wird also in der That bei gleicher Tiefe durch eine grössere Frequenz der Athemzüge mehr Kohlensäure entfernt, durch eine geringere weniger, wie Vierordt gefunden hat. Es ist jedoch die Ausführung an sehr enge Grenzen gebunden; und es ist unmöglich länger bei 442c. c. Tiefe 6 oder 48 oder 96 Inspirationen in der Minute zu machen; es kann sich bei den meisten dieser Versuche, auch wenn die Tiefe genau eingehalten worden ist, nur um die Wirkung einer mehr oder weniger ausgiebigern Ventilation handeln; denn bei weniger Inspirationen als 15 in der Minute erfolgt bei der eingehaltenen Tiefe eine Stauung der Kohlensäure im Körper und eine zu geringe Sauerstoffaufnahme, daher Erstickungssymptome dem Versuch bald ein Ende machen; bei stärkerer Ventilation ist die Kohlensäureausscheidung und wahrscheinlich auch die Sauerstoffaufnahme und die Oxydation grösser, da das häufigere Athmen über eine Stunde lang ausgehalten werden konnte.

b. Tiefe 1400c. c.

Den tiefen Athemzügen dieser Reihe würden in der Normalreihe (bei willkührlicher Tiefe) eine Frequenz unter 5 in der Minute entsprechen. Es konnte daher auch hier diese Tiefe bei 5 Athemzügen 1 Stunde 12 Minuten lang ohne irgend eine Beschwerde eingehalten werden und es wäre leicht möglich gewesen, den Versuch noch länger fortzusetzen. Weniger Athemzüge als 5 in der Minute

konnten nicht gemacht werden. Wollte man aber immer mit der gleichen Tiefe mehr wie 5 Athemzüge in derselben Zeit thun, so setzten sich der Ausführung alsbald unüberwindliche Schwierigkeiten entgegen. 15 Züge konnten 5 Minuten lang noch recht gut ausgehalten werden; bei 20 war es im äussersten Falle 9 Minuten möglich und bei 30 nur 3 Minuten, so dass keine Messung stattfinden konnte.

Zahl der Athemzüge in der Minute.	Volum der in 15' ausgeathmeten Luft in Liter.	CO_2 in 1 Liter Athemluft in Grmm.	Menge der in 15' ausgeathmeten CO_2 in Grmm.
5	a. 100.2	0.0891	8.93
	b. 97.5	0.0810	7.90
	c. 97.7	0.0818	7.99
15	a. 332.5	0.0475	15.80
	b. 323.2	0.0470	15.20
	c. 316.7	0.0442	14.00
20	469.6	0.0398	18.70

Mittlere Werthe aus diesen Versuchen:

Nr. des Versuchs.	Zahl der Athemzüge in der Minute.	Volum der in 15' ausgeathmeten Luft in Liter.	Volum eines Athemzuges in c. c.	CO_2 in 1 Liter Athemluft in Grmm.	CO_2 in 15' in Grmm.	CO_2 in 1 Exspiration in Grmm.	In 100c. c. Luft Vol. % CO_2.	Zeit einer Athmung in Sekunden.	Dauer des Versuchs.
11	5	98.5	1313	0.0840	8.27	0.1103	4.22	12	1h 12'
12	15	324.1	1441	0.0462	15.00	0.0666	2.33	4	5'
13	20	469.6	1565	0.0398	18.70	0.0623	2.00	3	9'

In der Normalreihe erhielt ich bei der gleichen Anzahl der Athemzüge folgende Werthe:

1	5	75.1	1002	0.1059	7.96	0.1061	5.33	12	1h 21'
3	15	94.4	420	0.0774	7.32	0.0325	3.90	4	1h 34'
4	20	120.3	401	0.0667	8.14	0.0267	3.36	3	1h 18'

In der Normalreihe wird bei 5 Athemzügen in der Minute schon weniger Luft ausgeathmet und desshalb relativ mehr Kohlensäure entfernt und absolut etwas weniger.

Sehr auffallend sind aber die Unterschiede bei mehr Athemzügen, 15 und 20; bei dieser Freqüenz wird in der Normalreihe in gleicher Zeit nur $^1/_3$ so viel Luft ausgeathmet, daher in ihr die procentige Kohlensäurequantität ansehnlich grösser ausfällt und die absolute ansehnlich geringer. Die ausgiebigere Ventilation, bei welcher so viel mehr Kohlensäure geliefert wird, kann aber nur ganz kurze Zeit ausgehalten werden, was natürlich nicht durch Erstickungsgefahr bedingt ist, sondern theils durch die Ermüdung der Athemmuskeln, welche auf die Dauer nicht 15—20 mal in der Minute 1400$^{c. c.}$ Luft einziehen und ausstossen können (es musste zuletzt mit Benützung aller Hülfsmuskeln geathmet werden), theils dadurch, dass während der kurzen Zeit der Exspiration der Thorax nicht vollständig zusammensinken konnte, derselbe also bei Beginn der nächsten Inspiration noch in der Exspirationsstellung war und somit durch jeden neuen Athemzug immer weiter ausgedehnt wurde. Das Plus der Kohlensäure, das hier während 9 Minuten (der Dauer des letzten Versuchs) ausgeathmet wird, beträgt etwa 6 Grmm., kann also noch recht wohl nur von einer stärkeren Ventilation der Lunge und des Blutes kommen, ohne dass man eine intensivere Verbrennung zu Hülfe zu nehmen braucht.

c. Tiefe 293$^{c. c.}$

Die geringe Tiefe der Athmung dieser Reihe zog derselben in Beziehung der Frequenz der Athemzüge in der Zeiteinheit sehr enge Grenzen. Einer Tiefe von 293$^{c. c.}$ entsprach in der Normalreihe eine Zahl der Athmungen von etwa 28 in der Minute. Hier konnten daher auch 30 Inspirationen in der Minute mit einer solchen Tiefe ganz gut 1 Stunde 10 Minuten lang fortgesetzt werden und hätten wohl noch länger ertragen werden können. Sobald aber weniger Athemzüge mit so geringer Tiefe zu machen versucht wurden, trat bald heftige Dyspnoe auf, und zwar bei 20 Athemzügen nach 10—46 Minuten, bei 15 schon nach 4—5 Minuten.

Zahl der Athemzüge in der Minute.	Volum der in 15′ ausgeathmeten Luft in Liter.	CO_2 in 1 Liter Athemluft in Grmm.	Menge der in 15′ ausgeathmeten CO_2 in Grmm.
15	a. 65.2	0.0764	4.98
	b. 65.5	0.0849	5.56
	c. 64.5	0.0987	6.37
20	a. 89.9	0.0809	7.27
	b. 87.1	0.0690	6.01
	c. 89.1	0.0723	6.44
30	a. 133.3	0.0552	7.36
	b. 132.8	0.0579	7.68
	c. 132.7	0.0587	7.80

Mittelzahlen.

Nr. des Versuchs.	Zahl der Athemzüge in der Minute.	Volum der in 15′ ausgeathmeten Luft in Liter.	Volum eines Athemzuges in c. c.	CO_2 in 1 Liter Athemluft in Grmm.	CO_2 in 15′ in Grmm.	CO_2 in 1 Exspiration in Grmm.	In 100 c. c. Luft Vol. % CO_2	Zeit einer Athmung in Sekunden.	Dauer des Versuchs.
14	15	65.1	290	0.0866	5.64	0.0251	4.36	4	5′
15	20	88.7	296	0.0741	6.58	0.0219	3.73	3	46′
16	30	132.9	293	0.0573	7.61	0.0168	2.88	2	1h 10′

In den entsprechenden Versuchen der Normalreihe wurden dagegen ausgeschieden:

3	15	94.4	420	0.0774	7.32	0.0325	3.90	4	1h 34′
4	20	120.3	401	0.0667	8.14	0.0267	3.36	3	1h 18′
5	30	121.0	269	0.0597	7.18	0.0161	3.00	2	1h 21′

In dieser Reihe werden mit 30 Athemzügen in der Minute ohngefähr gleiche Luftvolumina geathmet wie in der Normalreihe, auch die relativen und absoluten Kohlensäuremengen sind ziemlich gleich. In der Normalreihe wird aber, wenn auf die gleiche Zeit weniger Athmungen treffen, bedeutend mehr Luft eingezogen als hier; es stellt sich daher der relative Kohlensäuregehalt in ersterer etwas niederer, der absolute aber entschieden höher; es traten aus diesem Grunde bei der jetzigen Reihe rasch Erstickungserscheinungen

ein. Wenn die Kohlensäuremenge unter 6.7 Grmm. in 1/4 Stunde herabsinkt, so tritt Athemnoth ein (wie in Versuch 8, 14 und 15); nur bei Versuch 7 der Normalreihe war dies nicht der Fall, wo bei einem solchen Kohlensäuregehalt der Versuch länger fortgesetzt werden konnte; ich kann vorläufig nicht angeben, worin dies begründet ist, ich bemerke nur, dass bei diesem Versuch durch die grosse Frequenz der Athemzüge viel mehr Luft gewechselt wurde als bei den andern.

Wir ersehen aus obigen 3 Reihen dieses dritten Abschnittes, dass, wenn unter gewöhnlichen Umständen ein Athmen auf die Dauer möglich sein soll, mit einer gewissen Tiefe der Athemzüge eine bestimmte Zahl derselben in der Zeiteinheit verbunden ist und dass sich dann Tiefe und Frequenz stets zu einander stellen, wie in der Normalreihe, in der bei Wechsel der Frequenz die Tiefe völlig der Willkühr überlassen blieb.

Eine Abweichung davon ist nur in sehr beschränktem Maasse gestattet, entweder macht bei einer verhältnissmässig zu geringen Frequenz die eintretende Dyspnoe, oder bei einer zu grossen die Unmöglichkeit ein so bedeutendes Luftvolum in so kurzer Zeit zu wechseln der Verlängerung des Versuchs ein Ende.

Innerhalb enger Grenzen kann man jedoch bei gleicher Tiefe verschieden oft athmen und dann gilt allerdings der von Vierordt ausgesprochene Satz, dass bei mehr Athemzügen die relative Menge der Kohlensäure abnimmt, die absolute zunimmt und umgekehrt. Es wird jedoch Niemand behaupten wollen, dass dies eine natürliche Respiration ist; es sind künstliche Verhältnisse, die nur mit Widerstreben einige Zeit ertragen werden können, und bei denen eine Aenderung des Kohlensäuregehalts meist nur von der tiefern oder seichteren Ventilation herrührt.

IV.

Gleiche Frequenz der Athemzüge und verschiedene Tiefe.

Ich stelle aus den vorhergehenden Versuchen die Fälle zusammen, bei welchen bei gleicher Zahl der Athemzüge die Tiefe verschieden war.

a. Bei gewöhnlicher Zahl der Athemzüge (15 in der Minute) wurden folgende Luft- und Kohlensäuremengen gewechselt.

Nr. des Versuchs.	Volum der in 15' ausgeathmeten Luft in Liter	Volum eines Athemzuges in c. c.	CO_2 in 1 Liter Athemluft in Grmm.	CO_2 in 15' in Grmm.	Dauer des Versuchs.
14	65.1	290	0.0866	5.64	5'
3	94.4	420	0.0774	7.32	1h 34'
9	99.1	441	0.0833	8.26	1h 16'
12	324.1	1441	0.0462	15.00	5'

Je mehr Luft mit jedem Athemzuge eingeathmet wird, je tiefer also die Ventilation in der Lunge ist, desto mehr tritt, wie Vierordt zuerst angab, Kohlensäure (bei Abnahme des Prozentgehalts derselben) auf. Jedoch muss immer bedacht werden, dass es nur ganz kurze Zeit möglich ist, bei gleicher Zahl viel tiefere oder viel oberflächlichere Athemzüge zu ertragen. Bei den extremen Zahlen der 5 Minuten anwährenden Versuche handelt es sich wahrscheinlich nur um eine Anhäufung oder Ausscheidung der schon vorhandenen Kohlensäure; bei längerer Dauer des Versuchs aber wohl um eine verstärkte Bildung derselben.

b. 20 Athemzüge in der Minute.

Nr. des Versuchs.	Volum der in 15' ausgeathmeten Luft in Liter.	Volum eines Athemzuges in c. c.	CO_2 in 1 Liter Athemluft in Grmm.	CO_2 in 15' in Grmm.	Dauer des Versuchs.
15	88.7	296	0.0741	6.58	46'
4	120.3	401	0.0667	8.14	1h 30'
13	469.6	1565	0.0398	18.70	9'

Resultat wie bei Versuch a.

c. 30 Athemzüge in der Minute.

Nr. des Versuchs.	Volum der in 15' ausgeathmeten Luft in Liter.	Volum eines Athemzuges in c. c.	CO_2 in 1 Liter Athemluft in Grmm.	CO_2 in 15' in Grmm.	Dauer des Versuchs.
5	121.0	269	0.0597	7.18	1h 30'
16	132.9	293	0.0573	7.61	1h 10'
10	199.6	443	0.0442	8.83	1h 8'

Das Ergebniss ist im Allgemeinen das Gleiche wie bei Versuch a und b. Da bei dieser Zahl der Athemzüge während längerer Zeit mit etwas verschiedener Tiefe geathmet werden konnte, so muss man für die hier stattfindende absolute Vermehrung der Kohlensäure wohl eine verstärkte Bildung derselben annehmen.

d. 5 Athemzüge in der Minute.

Nr. des Versuchs.	Volum der in 15' ausgeathmeten Luft in Liter.	Volum eines Athemzuges in c. c.	CO_2 in 1 Liter Athemluft in Grmm.	CO_2 in 15' in Grmm.	Dauer des Versuchs.
1	75.1	1002	0.1059	7.96	1h 30'
11	98.5	1313	0.0840	8.27	1h 12'

Resultat wie bei Versuch c.

V.

Gesammtvolum der exspirirten Luft in der Zeiteinheit gleich, jedoch Zahl und Tiefe der Athmungen verschieden.

Man kann die Versuchsreihen noch in anderer Beziehung unter einander vergleichen. Trotz ungleicher Frequenz der Athemzüge kann das in gleicher Zeit ausgeathmete Luftvolum doch das nämliche werden, regulirt durch die Tiefe, oder auch trotz sehr wechselnder Tiefe, regulirt durch die Anzahl derselben.

Es ist nicht uninteressant, zuzusehen, wie bei dem durch verschieden zahlreiche und tiefe Athemzüge gelieferten annährend

gleichen Volum der Athemluft die Quantität der Kohlensäure sich verhält.

Nr. des Versuchs.		Zahl der Athemzüge in der Minute.	Volum der in 15′ ausgeathmeten Luft in Liter.	Volum eines Athemzuges in c. c.	CO_2 in 1 Liter Athemluft in Grmm.	CO_2 in 15′ in Grmm.	Dauer des Versuchs.
1	14	15	65.1	290	0.0866	5.64	5′
	8	10	66.5	443	0.1006	6.68	6′
	1	5	75.1	1002	0.1059	7.96	1h 21′
2	15	20	88.7	296	0.0741	6.58	46′
	3	15	94.4	420	0.0774	7.32	1h 34′
	2	10	83.6	558	0.0888	7.44	1h 19′
	11	5	98.5	1313	0.0840	8.27	1h 12′
3	6	40	138.5	231	0.0488	6.76	1h 16′
	5	30	121.0	269	0.0597	7.18	1h 21′
	4	20	120.3	401	0.0667	8.14	1h 19′
4	7	60	182.7	203	0.0382	6.63	1h 17′
	10	30	199.6	443	0.0442	8.83	1h 8′

Es zeigen sich in den einzelnen Reihen der 4 Abschnitte vorstehender Tabelle, in denen ohngefähr gleiche Gasvolumina in gleicher Zeit abgeschieden wurden, die grössten Differenzen im absoluten Kohlensäuregehalt. Für die Menge der abgeschiedenen Kohlensäure ist also die Grösse des Luftwechsels nicht allein maassgebend, sondern vorzüglich, wie die Zahlen der Tabelle ganz überzeugend nachweisen, die Tiefe der Ventilation, d. h. das mit jedem Athemzug gewechselte Luftvolum; denn in allen Abschnitten nimmt, obwohl das Volum des Gesammtgases nicht sehr verschieden ist, die relative und absolute Kohlensäureaushauchung um so mehr zu, je tiefer die einzelnen Athemzüge gemacht wurden.

Man findet in dieser Beziehung die fehlerhaftesten Angaben und Vorstellungen. So sagt z. B. Funke [1]): „Jede Vermehrung der exhalirten Luftmenge, mag sie durch vergrösserte Frequenz oder vermehrte Tiefe der Athemzüge bewirkt sein, hat Vermehrung der

[1]) Lehrbuch der Physiologie. 1863. Bd. 1. S. 447.

Kohlensäureexhalation zur Folge und umgekehrt.“ Nichts ist unrichtiger als dies. Eine Vermehrung der exhalirten Luftmenge durch zahlreichere und weniger tiefe Athemzüge macht durchaus keine Vermehrung der Kohlensäureausscheidung; es gilt dieser Satz nur, wenn bei grösserer Frequenz die Tiefe der Athemzüge gleich bleibt.

Die Versuche 7 und 8 oder 6 und 1, deren Resultate ich nochmals zusammenstelle, zeigen dies auf's Schlagendste.

Nr. des Versuchs.	Zahl der Athemzüge in der Minute.	Volum der in 15' ausgeathmeten Luft in Liter.	Volum eines Athemzuges in c. c.	CO_2 in 1 Liter Athemluft in Grmm.	In 100c. c. Luft Vol. % CO_2.	CO_2 in 15' in Grmm.
8	10	66.5	443	0.1006	5.06	6.68
7	60	182.7	203	0.0382	1.92	6.63
1	5	75.1	1002	0.1059	5.33	7.96
6	40	138.5	231	0.0488	2.45	6.76

Obwohl im Versuch 7 durch die sechsfache Anzahl der Athemzüge dreimal mehr Luft exspirirt wird, als im Versuch 8, so ist doch die absolute Kohlensäureausscheidung gleich, weil jeder Athemzug im Versuch 7 nur die halbe Tiefe hatte. Während des Versuchs 6 wurde nochmal so viel Luft gewechselt als während des Versuchs 1 und doch ist die Kohlensäureausscheidung dabei geringer.[1])

C. Ludwig gehört zu den Wenigen, die diese Verhältnisse mit klarem Geiste erkannten; in seinem Lehrbuch[2]) findet sich folgende Stelle: „bei gleichem Volum der wechselnden Luft wird der letztere Respirationsmodus (seltenere und tiefere Züge) die Menge der ausgeführten Kohlensäure mehr steigern, als der erstere (zahlreichere und flachere Züge), denn es begünstigt derselbe die mechanische Mischung der zurückbleibenden und der eingeathmeten Luft und es vergrössert auch die Berührungsfläche zwischen der letzteren und dem Blute.“

[1]) Aus allen Versuchen ist auch ersichtlich, dass man aus dem prozentigen Gehalt der Athemluft an Kohlensäure keine Schlüsse machen kann auf eine Vermehrung oder Verminderung der absoluten Kohlensäuremenge. Es kann bei mehr CO_2 in 100 Grmm. Athemluft im Ganzen doch weniger entfernt werden und umgekehrt.

[2]) 1861. Bd. 2. S. 513.

VI.
Resultate.

1) Athmet man in der Zeiteinheit bei der Willkühr überlassener Tiefe öfters, so nimmt trotz des grösseren Gesammtvolums die relative und absolute Kohlensäuremenge (und auch die Sauerstoffaufnahme) ab, weil die tiefern Schichten der Lunge durch die flacher werdenden Athemzüge nicht ausgiebig genug ventilirt werden.

2) Wenn ein Athemmodus längere Zeit fortgesetzt werden soll, so muss mit einer bestimmten Frequenz zugleich eine bestimmte Tiefe der Athmung verbunden sein; und zwar wird bei einer gewissen Zahl der Züge nur diejenige Tiefe länger ertragen, die auch eingehalten wurde, als man die Tiefe dem Bedürfniss anheimstellte. Eine bei einer gewissen Frequenz von der normalen etwas weiter abweichende Tiefe oder eine bei einer gewissen Tiefe von der normalen etwas weiter abweichende Frequenz ist unter gewöhnlichen Umständen wegen eintretender Dyspnoe, oder der Unmöglichkeit in der betreffenden Zeit ein so grosses Luftvolum zu wechseln, nur kurze Zeit ausführbar; jedoch bestätigt sich hier vollkommen der von Vierordt ausgesprochene Satz, dass bei grösserer Zahl und gleicher Tiefe der Athemzüge oder bei grösserer Tiefe und gleicher Zahl derselben relativ weniger und absolut mehr Kohlensäure ausgeschieden wird.

3) Wird durch wechselnde Anzahl und Tiefe der Athmungen das gleiche Luftquantum ausgeathmet, so ist doch die Kohlensäuremenge nicht gleich; ist dasselbe Luftquantum durch tiefere Züge erzeugt worden, so tritt mehr Kohlensäure auf, als wenn zahlreichere Züge es geliefert haben.

Die Ganglienzellen des Sympathicus.

Von

J. Kollmann und **C. Arnstein.**

(Mit 1 Tafel.)

Um über die physiologischen Verrichtungen des Sympathicus weitere Aufschlüsse erhalten zu können, als wir sie jetzt besitzen, ist eine genauere Kenntniss seiner anatomischen Beschaffenheit unbedingt nöthig.

Der Bau seiner Nervenzellen, ihr Zusammenhang mit Nervenfasern bedarf zunächst eines gründlichen Studiums; denn man ist bekanntlich bis zur Stunde noch nicht darüber einig, ob im Sympathicus wirklich fortsatzlose, apolare, Zellen vorkommen, oder nur mit Fortsätzen versehene; wenn aber das Letztere der Fall, so ist vor Allem wichtig, die Zahl dieser Fortsätze zu kennen. Es hängt z. B. die Entscheidung, ob die motorischen Verrichtungen des Sympathicus automatisch eingeleitet werden, oder reflectorisch, zum grössten Theil von der Kenntniss der anatomischen Anordnung ab. So lange wir diese nicht erkannt haben, wird sich das schwankende Urtheil über die Bedeutung dieses merkwürdigen Apparates niemals befestigen. Man hat zwar schon längst daran gedacht, statt bei den höheren Wirbelthieren bei den niedern, besonders beim Frosch, sein Glück zu versuchen; aber selbst an Zellenhaufen, die wie jene der Vorhofsscheidewand völlig durchsichtig und klar vorliegen, hat es noch nicht gelingen wollen, zu einem einheitlichen Resultat zu gelangen.

In der jüngsten Zeit haben sich jedoch über diesen Gegenstand Stimmen hören lassen, die volle Beachtung verdienen, und es ist wohl am Platze ihre Angaben zu prüfen und zu ordnen; es lässt sich vielleicht auch jetzt um so eher ein bestimmtes Resultat er-

warten, als die Untersuchungsmethoden sich vervollkommnet, und was gleichzeitig anzuerkennen ist, die Geduld und Ausdauer der Beobachter immer wieder zu demselben gleich schwierigen Gegenstande zurückkehrt.

So weit unsere Erfahrungen gehen, haben sich Beale und J. Arnold mit grossem Erfolg diesem Gegenstande zugewendet. Beide Beobachter traten unabhängig von einander mit so viel neuen und übereinstimmenden Angaben hervor, dass wir zunächst von diesen ausgehen werden.

Die Prüfung erfordert selbstredend die nämliche mühsame Isolirung der zelligen Elemente, wie sie von den eben genannten Autoren angewendet wurde. Arnold hat sehr genau sein Verfahren mitgetheilt: eine 0,02 % Lösung von Essigsäure, worin die Ganglien nur 3—4 Minuten liegen blieben, und die darauf folgende Behandlung mit 0,01—0,02 % Chromsäure schien ihm besonders vortheilhaft, um die feinen Details an den frei präparirten Zellen aufzufinden. Wir mussten theilweise zu anderen Mitteln greifen, denn diese Reagentien, besonders Chromsäure, wirkten in den meisten Fällen zu energisch, vielleicht weil unsere Untersuchungen im heissen Sommer 1865 angestellt wurden, an bereits länger eingefangenen und daher säftearmen Thieren.

Das Wichtigste, das geschickte Isoliren der Elemente, gelingt auch ohne alle Reagentien. Die Nervenzweige der freipräparirten Vorhofsscheidewand und Aeste des Sympathicus lassen sich frisch oder leichter noch an Thieren, die seit ein paar Tagen getödtet sind, auf sehr schonende Weise von der Bindegewebsscheide — Perineurium — befreien. Dabei werden oft Zellen, die am Rande der Stämmchen liegen, frei, und flottiren in dem Humor aqueus oder der Eiweisslösung mit dem einen keulenförmig angeschwollenen Ende, während der längere oder kürzere Stiel mit den Nervenfasern in Verbindung steht.

Das vollkommen intacte Lostrennen solcher Ganglienzellen ist freilich ein seltener aber dann auch ein sehr günstiger Fall, der lang ersehnte Klarheit und Gewissheit giebt. Unterdessen muss man zerzupfte Nervenknoten untersuchen, wobei dem Beobachter natürlich eine Menge zerstörter Elemente vorkommen werden. Die

Entscheidung, ob eine Nervenzelle vollständig unversehrt sei oder nicht, wird erst dann möglich, wenn einmal durch lange und anhaltende Untersuchung das ganze Bild einer sympathischen Ganglienzelle festgestellt ist, welches erst aus bruchstückartigen Thatsachen zusammengefügt wird. Bis zu diesem Augenblick darf der Grundsatz „was man nicht sieht, existirt auch nicht“ keine Anwendung finden. Beale bemerkt sehr richtig, es liege ein grosser Unterschied in der Behauptung: „diese Zelle sei fortsatzlos“, oder „diese Zelle lasse keinen Fortsatz erkennen“. Das letztere Urtheil wird vorzuziehen sein bei der Beurtheilung von feinen Elementartheilen, die aus ihrem durch Bindegewebe geschützten Zusammenhang auf so gewaltsame Weise, wie Zerzupfen mit Nadeln etc. freigemacht wurden.

Die Hauptpunkte der beiden Arbeiten von Beale[1]) und J. Arnold[2]) lassen sich kurz so zusammenfassen:

Die Ganglienzellen im Sympathicus der Batrachier sind nicht apolar oder unipolar, sondern bipolar, oft auch multipolar.

Mit jeder bipolaren Ganglienzelle stehen zwei Nervenfasern in Verbindung, welche charakteristisch verschieden sind. Die eine doppelt contourirt und breit tritt gerade an die Zelle heran, die andere marklos und schmäler umwindet die gerade Faser in weiten oder engen Spiraltouren.

Arnold hat bezüglich des weitern Zusammenhangs von Nervenfaser und Ganglienzelle noch ferner gesehen, dass eine derselben in dem Kernkörperchen endige.

Wir wollen zunächst unsere Erfahrungen über die Existenz zweier oder mehrerer Fortsätze mittheilen. Dabei muss man jedoch vor allem an eine Eigenthümlichkeit in der Anordnung der Nervenzellen erinnern, welche für die Beurtheilung der folgenden Angaben von Einfluss sein wird. Bekanntlich besitzt jedes Ganglion einen zu- und abtretenden Nervenast. Nur wenige Zellen liegen direct an der Nervenbahn, die andern sind weiter davon entfernt. Sollen diese mit Fasern in Verbindung treten, so bedarf es eines längeren

[1]) Phil. Trans. 1863. S. 543.

[2]) Virch. Archiv. Bd. 32. Heft 1.

oder kürzeren Stieles, um den Fortsatz der Zelle in die Nervenbahn zu führen. Dass in jedem Ganglion des Sympathicus bei weitem die grösste Zahl der Zellen keulenförmig ist, mit einem oft 0,1mm langen Stiel versehen, ist eine leicht nachweisbare und zum Theil schon anerkannte Thatsache[1]). Ferner überzeugt man sich, dass die Nervenzellen im Sympathicus sich nicht ausschliesslich auf das Ganglion beschränken, sondern bald da, bald dort in die Aeste eingestreut sind. Solche solitäre Zellen können nun entweder am Rand des Nervenstämmchens liegen, und sind dann durch einen längeren oder kürzeren Stiel mit der Nervenbahn in Verbindung, oder sie liegen im Innern derselben, also rings umlagert von Fasern.

Betrachten wir zunächst den ersten Fall.

Aus langer Erfahrung weiss man, dass die Nervenkugeln des Sympathicus von sehr verschiedener Grösse sind, ihrer Form nach mehr oval, und ferner eine gewöhnlich „bindegewebig" genannte mit Kernen versehene Umhüllung besitzen. Es ist erwähnenswerth, dass die Hülle der Nervenkugeln nicht bei allen Thieren der Spezies Frosch, und bei demselben Thier nicht an allen Zellen gleich dick ist. Man ist gern geneigt, dieser Membran einen sehr beträchtlichen Durchmesser zuzuschreiben, so wie z. B. Arnold[2]). Allein sie ist frisch oft kaum nachweisbar, und es bedarf der Reagentien, um sie deutlich zu machen, z. B. der Chromsäure (0,02 %), welche den Inhalt schrumpfen macht, und zwischen ihm und der Membran einen Abstand hervorbringt.

Diese Hülle setzt sich ohne Unterbrechung auf den engen Stiel fort, oder wie man mit gleichem Rechte auch sagen kann, die bindegewebige Membran des Stiels wird zur Umhüllung der Nervenkugel.

Man hat bisher diese Form der Zellen des Sympathicus als unipolare bezeichnet, und Kölliker hat, gestützt auf ihr zahlreiches Vorkommen, in seinen „Neurologischen Bemerkungen"[3]) die Annahme von Bidder und Volkmann bestritten, wornach alle Nervenzellen des Sympathicus doppelte Faserursprünge besitzen

---

[1]) Hyrtl, Anatomie. S. 856. Kölliker, Gewebelehre S. 354.

[2]) Siehe dessen Abbildungen.

[3]) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. 1849.

sollten, obwohl er die Beobachtung von Ganglienkugeln, die zwei Nervenfasern in direct entgegengesetzter Richtung absenden, zwar als richtig annimmt, doch als äusserst selten bezeichnet. Kölliker war hierzu um so mehr berechtigt, als in der That wenig sichere und unzweifelhafte Beobachtungen über bipolare Zellen beim Frosch, d. h. solche mit zwei nach entgegengesetzter Richtung abgehenden Fasern vorlagen. Bidder's Untersuchungen erstreckten sich ja vorzugsweise auf die Fische nicht auf die Batrachier, und zunächst auf die Ganglien der Kopfnerven nicht auf jene des Sympathicus. Bei den Fröschen zeigten sich ihm überhaupt die Verhältnisse nicht so deutlich, wie bei den Fischen, und den doppelten Faserursprung hat er. dort mit Sicherheit kaum jemals gesehen.

Volkmann drückt sich in Bidder's Schrift: „Zur Lehre von dem Verhalten der Ganglienkörper zu den Nervenfasern“ ebenfalls sehr zurückhaltend über bipolare Zellen aus: fast alle gestielten Kugeln der Ganglien des Frosches lassen nur einen Stiel erkennen, und unter diesen zeigt die überwiegende Mehrzahl keine Spuren von Zerreissung auf der Seite, die der einen sichtbaren Faser entgegengesetzt ist. Ebenso liessen sich, gerade wie Kölliker in seinen „Neurolog. Bemerkungen“ eine grosse Zahl von Autoren vernehmen, welche das Vorkommen von Zellen mit nur einer abgehenden Faser betonen, und diese Form als die vorherrschende bezeichnen (R. Wagner, Frey, Ludwig).

In der That, Fälle, wo von zwei direct entgegengesetzten Punkten der Kugel Nervenfasern abgehen, wie bei den Fischen, sind im Sympathicus des Frosches sehr selten mit der wünschenswerthen Klarheit zu sehen. Wenn eine solche Anordnung im Innern eines Nervenknoten existirt, und es ist daran wohl kaum zu zweifeln, so wird sie durch das übliche Isoliren sicher zerstört; denn die Einmündung der beiden Fasern bleibt wohl niemals unversehrt erhalten. Nur wenn mitten in einem dünnen Nervenstämmchen eine Zelle vorkommt, und gleichzeitig die Zahl der darüber hinziehenden Fasern gering ist, lässt sich mit einiger Bestimmtheit die viel gesuchte Form jener bipolaren Zelle[1]) demonstriren, die man mitunter auch als

[1]) Frey, Histologie. S. 377, Fig. 231 a. b. c. Kölliker's Geweblehre. S. 347, Fig. 185. Leydig, Histologie. S. 54, Fig. 29 c. etc.

blosse Erweiterung der Nervenfaser betrachten will. An beiden Polen zugespitzt, geht bei dieser Form die Hülle ebenfalls continuirlich in jene der abgehenden doppelt contourirten Fasern über. Wahrscheinlich gründen sich alle Behauptungen von bipolaren Zellen im Sympathicus des Frosches auf ähnliche Bilder, die übrigens sehr selten aufzufinden sind. Wollte man daher ausschliesslich mit solchen Elementen den Beweis von bipolaren Zellen führen, so könnte Kölliker's Ansicht, dass die Hauptmasse doch nur einen Fortsatz besitze, niemals erschüttert werden; denn die Bemerkung, dass doch zwei Fasern vorhanden gewesen seien, bleibt kraftlos, weil man keine Spur von Zerreissung sieht.

Auch jene Fälle, die Bidder (l. c.) Taf. 1, Fig. 3 abbildet, mit Fasern, welche nicht von den gegenüber liegenden Polen ausgehen, sondern nahe neben einander, von dem seitlichen Umfang der Ganglienkugel, sind nach unserer Erfahrung sehr selten und sehr schwer nachzuweisen, obwohl hier an die Tafeln in Beale's Arbeit zu erinnern ist, der mehrere solche Zellen gesehen haben will.

Die Annahme des allgemeinen Vorkommens von bipolaren und multipolaren Zellen im Sympathicus des Frosches bei Beale und Arnold gründet sich auf die Entdeckung, dass in dem Stiel der bisher unipolar genannten Zellen stets zwei oder mehrere Fortsätze enthalten sind.

Wenn bisher anderen Beobachtern dieses Verhalten völlig entgieng, so liegt die Schuld wohl nur an der Zartheit der in den Stiel eingeschlossenen Fasern; denn die Membran des Stiels, durchsichtig wie alle jene structurlosen, nur längliche schmale Kerne enthaltenden Umhüllungen ist kaum ein Hinderniss, um den Inhalt zu erkennen. Das Auffinden ist in der That sehr schwer und trotz der trefflichen Abbildungen Beale's und der freilich etwas schematischen Darstellungen Arnold's kann man anfangs auf die falsche Vermuthung gerathen, Längs- und Querfalten der Scheide seien für Nervenelemente angesehen worden.

Eine solche Deutung der erwähnten Angaben versucht wenigstens W. Krause; er glaubt[1]), „diese Spiral- oder umspinnenden

[1]) Zeitschrift für rat. Med. Bd. 23: die Nervenendigungen in den Drüsen.

Fasern in das Bereich der elastischen Elemente, Falten des Neurilems u. s. w.“ verweisen zu müssen. An einzelnen Objecten mag wohl, in Folge von Druck, Reagentien etc., der Inhalt des Stieles undeutlich, oft sogar vollkommen vernichtet sein, und nur die Membran mit ihren mitunter sehr zahlreichen Querfalten in die Augen springen; dann bleibt nichts übrig, als mit der zeitraubenden Anfertigung eines neuen Präparates zu beginnen, um die weiteren Details wahrnehmen zu können. Oft ist jedoch nur der obere weitere Theil des Stiels unklar, während nach unten zu die Fasern distinkter werden; so dass man selbst an weniger gelungenen Objecten zuweilen doch etwas über diese Frage erfahren kann. Diese Fasern liegen ohne weitere nachweisbare Hülle in dem Stiel. Wie wir uns gleich Beale und Arnold überzeugten, gehen sie aber bald nach entgegengesetzten Richtungen auseinander; jede erhält nach der Trennung ein selbstständiges Neurilem, jede geht, wie wir uns in ein paar Fällen unzweifelhaft überzeugten, in eine doppelt contourirte markhaltige Faser von mittlerer Dicke über.

Der unten eng gewordene Stiel spaltet sich also, und die einzelnen Schenkel laufen in einem bald spitzen, bald stumpfen Winkel auseinander. Durch dieses Verhalten erklärt und ergänzt sich Küttner's Angabe. Er spricht nämlich[1]) von unipolaren Ganglienzellen, deren Fortsatz in zwei Nervenfasern übergehe. Freilich muss man erwähnen, dass weder Küttner's Abbildungen (Fig. 5 und 6) vollständig auf unsere Zellen passen, noch Remak's sehr breit gehaltene Angaben über sympathische Zellen bei allen Thierklassen[2]) und namentlich über Theilung des Fortsatzes unipolarer Nervenkugeln im Sympathicus der Batrachier. Doch sei dem, wie immer, Beale und Arnold haben zuerst beim Frosch bipolare und multipolare Zellen und zwar an der Stelle jener unipolaren mit Bestimmtheit nachgewiesen, welche stets als die überwiegende Mehrzahl bezeichnet waren.

Bisher war nur von bipolaren Nervenkugeln die Rede, nicht als ob solche mit drei Fortsätzen spärlicher wären, denn gelingt ein

---

[1]) De origine nervi Sympathici ranarum. Diss. Dorpat 1854.

[2]) Bcht. d. kgl. Acad. d. Wissensch. 1854.

Präparat, so findet man stets auch solche Zellen, die in ihrem Stiel mehr als zwei Fasern enthalten — sondern weil das endliche Schicksal mehrer Fortsätze uns völlig unklar geblieben. So weit man die aus bipolaren Kugeln und ihren Fortsätzen entstandenen Nervenfasern verfolgen kann, gehen sie nach dem Centrum und der Peripherie auseinander. Ob sich die central verlaufenden nach dem Eintritt in den Cerebrospinalnerven wieder nach der Peripherie wenden, oder bis zum Rückenmark gehen, sowie die Verstärkung des vom Ganglion wegtretenden Stammes durch die aus solchen bipolaren Zellen kommenden Fasern, ist wie schon Kölliker zur Genüge hervorhob, unentscheidbar. Eine Verstärkung des aus dem Ganglion kommenden Astes ist nur möglich, wenn ein Theil der jetzt als bipolar erkannten Zellen beide Fortsätze nach der Peripherie absendet, und wenn das gleichzeitig mit der Mehrheit der aus den multipolaren Kugeln entspringenden Nervenfasern der Fall ist. Dann liessen sich die reflectorischen Erscheinungen im Bereiche des Sympathicus ungezwungen erklären.

Vor der Hand weisen wir auf die Existenz bipolarer und multipolarer Zellen im Sympathicus der Batrachier hin, und führen einige Beobachtungen an über die Zellenformen dieses Systemes bei höheren Thieren. Remak hat schon im Jahre 1837 multipolare Zellen im Sympathicus der Säuger gesehen, eine Angabe, die später (l. c.) wiederholt wird. Kölliker[1]) giebt an, sich zuerst an Präparaten Remak's, dann durch eigene Untersuchungen von der Richtigkeit dieser Angaben überzeugt zu haben; aber „fährt er fort, es kommen im Kopfe der Säugethiere fast allein unipolare Zellen vor"! Küttner hebt (l. c. 14) hervor „in felium canumque nervis sympathicis globulos illos multipolares deprehendi".

Kollmann[2]) hat im Sympathicus des Menschen überall nur multipolare Zellen gesehen. Jeder wird zu demselben Resultat gelangen, der den Nachweis beim Kinde versucht; denn beim Erwachsenen bleibt in günstigen Fällen nur ein Fortsatz erhalten, die anderen Zellen sind künstlich zu apolaren gestempelt. Der Grund

---

[1]) Hdbch. S. 359.
[2]) Zeitschrift für wissenschaftl. Zool. 10. Bd. über den Verlauf des vagus.

liegt selbstverständlieh in dem derben Bindegewebe, das die Zellenhaufen durchsetzt. Die zähen Umhüllungen leisten einen bedeutenden Widerstand und die Gewalt, mit der die Isolirung geschieht, zerstört die Fortsätze. Anders beim Neugeborenen oder noch besser bei frühgeborenen Kindern. Dort lösen sich alle Bindemittel leicht, und die frei gemachten Ganglienzellen zeigen unverkennbar mehrere Fortsätze. Funke scheint sich davon überzeugt zu haben, für ihn „ist der Nachweis multipolarer Zellen in den sympathischen Ganglien ein leicht constatirbares Factum“ [1]).

Nachdem wir so durch unsere Erfahrungen die sog. unipolaren Zellen des Frosches als bipolare und multipolare erkannt, stellen wir uns, besonders im Hinblick auf die Beobachtungen bei den Säugethieren und dem Menschen auf den gleichen Standpunkt wie Beale und Arnold und urgiren das Vorkommen vielstrahliger Zellen im Sympathicus. Dass diese Form ausnahmslos und allein vorkomme, ist um so wahrscheinlicher, als der Schluss nach dem Vorausgegangenen doch sehr berechtigt ist, „unipolare Zellen existiren überhaupt nicht“. Und was die apolaren Zellen betrifft, so möge die Bemerkung genügen, dass uns im Lauf dieser Untersuchung niemals apolare Zellen zu Gesicht kamen, die nicht Spuren eines künstlich gemachten Fortsatzmangels gezeigt hätten.

Betrachten wir jetzt die in den Stiel der keulenförmigen Ganglienkugeln des Frosches eingeschlossenen Fortsätze.

Sie sind im frischen Zustand durchsichtig, ohne Spur von Streifung. Von vielen sehr frisch untersuchten kann man sagen, sie seien stark lichtbrechend, und stets sind sie scharf begrenzt. Dieses Aussehen unterscheidet sie von den verästelten Fortsätzen der centralen Ganglienzellen desselben Thieres. Diese sind platt, uneben auf der Fläche und am Rand, äusserst fein und unregelmässig chagrinirt, so dass sie grauen Bändern gleichen; von den verästelten Fortsätzen dieser centralen Zellen kann man mit Deiters [2]) sagen, sie seien directe Fortsetzungen des Zellenkörpers, in welche sich das körnige Protoplasma unmittelbar hineinverfolgen lässt. Aber von

[1]) Physiologie 1861. B. II. S. 581.
[2]) Untersuchungen über Gehirn und Rückenmark. Braunschweig 1865.

dem Allem ist hier Nichts zu sehen, Licht, Farbe, Gestalt sprechen für Axencylinderfortsätze, die aber doch, trotz der gemeinschaftlichen Scheide etwas von einander verschieden sind. Der eine ist breiter und verläuft gerade, der andere umwindet ihn meist in engen oder weiten Spiraltouren. Nicht immer darf man die spiralige Anordnung ganz ausgesprochen erwarten, oft verlaufen auch die beiden Fortsätze parallel neben einander. Der Unterschied der Breite ist jedoch sehr constant, ja die vermehrte Masse scheint auch den Widerstand gegen äussere Einflüsse zu steigern; denn die breite Faser erhält sich länger als die schmale. Mitunter kommt auch vor, dass die breite Faser in einiger Entfernung vom Körper der Zelle schmäler wird, ja mitunter auf die Hälfte ihres Durchmessers von $^1/_{560}$ Mm. auf $^1/_{800}$ Mm. reducirt wird, ähnlich wie dies Deiters (l. c. p. 66) von dem Axencylinderfortsatz der centralen Ganglienzellen beschreibt.

Ein anderer Unterschied liegt darin, dass sich der breite Fortsatz früher mit Nervenmark umgiebt, als der schmälere. Oft schon 0,06 Mm. von dem Körper der Zelle entfernt, findet sich deutliches Nervenmark. Ob es verändert bis in die Zelle hinein vorkommt, wie Arnold meint, scheint uns noch zweifelhaft. Arnold glaubt, der Charakter des Nervenmarkes verändere sich in dem Stiel der Ganglienzelle, es verliere seine stark lichtbrechende Eigenschaft. Die Beobachtung mag völlig richtig sein, wir können jedoch nur anführen, dass wir in ganz frischem Zustande den breiten Fortsatz im obern Theil des Stieles marklos gesehen haben. Unter sehr günstigen Umständen lässt sich vielleicht auch dieses Verhalten constatiren; vielleicht an isolirten Zellen, die leichter, ohne viel Präparation oder nur nach kurzer Anwendung von Reagentien schon deutlich sind; denn Veränderungen treten an diesen zarten Gebilden um so rascher ein, da diese Nervenenden ohne jegliche weitere Umhüllung in der gemeinschaftlichen Scheide verlaufen; ob eingebettet in ein gallertiges Bindegewebe oder in eine seröse Flüssigkeit ist nicht zu entscheiden.

Die Spiralfaser ist, wie schon erwähnt, dünner $^1/_{700}$—$^1/_{500}$ Mm., behält in dem ganzen Stiel den gleichen Durchmesser, und umgiebt sich nach unseren Erfahrungen erst dann mit Mark, wenn sie sich

von den andern Fasern getrennt und mit einer eigenen Membran umhüllt hat.

Es wurde schon hervorgehoben, dass der Reichthum, die Zahl der Windungen nicht immer gleich sei; wir weisen darauf hin, nicht etwa um damit eine functionelle Verschiedenheit anzudeuten, sondern um zu erwähnen, dass bei dem mehr geraden Verlauf beide Fasern sich mitunter decken, und so die Entscheidung über die in dem Stiel enthaltenen Elemente sehr erschwert werden kann. Aber in den meisten Fällen ist die spiralige Anordnung der Faser sehr vollkommen ausgeprägt, und dadurch die Verschiedenheit der im Stiel enthaltenen Elemente auf den ersten Blick deutlich markirt.

Was jedoch ganz besonders beiträgt, einen charakteristischen Unterschied zwischen den beiden Arten von Fortsätzen zu machen, ist ihr letztes Verhalten zur Ganglienzelle.

Es zeigt sich nämlich, dass — allgemein ausgedrückt — die breite Nervenfaser mit dem Kern und dem Kernkörperchen zusammenhänge, oder wie Arnold sagt, dass sie in dem Kernkörperchen endige. Die Beobachtung, dass Nervenfasern im Kern und Kernkörperchen endigen, wurde schon oft gemacht, aber stets mit gleichem Misstrauen aufgenommen. Selbst Deiters, der doch mit solcher Aufmerksamkeit diese Elemente untersucht, meint (S. 60) „die Beziehungen des Kerns zu abgehenden Fasern, wie deren Lieberkühn und G. Wagener beschreiben, hätte er nicht gesehen und sie hätten gewiss nicht den Schein der Wahrscheinlichkeit für sich. Wir wollen selbst auf die Gefahr hin, durch Wiederholung zu ermüden, kurz an die einzelnen Berichte hierüber erinnern. Axmann hat beim Kaninchen und Frosch vom Kern aus einen Fortsatz beschrieben, Harless bei Torpedo Galvanii Nervenfasern direct im Kernkörperchen endigen sehen. Lieberkühn sah Gleiches beim Frosch, Wagener beim Blutegel, Pferdeegel und verschiedenen Schnecken; Owsjannikow hebt die Kernkörperchenfortsätze bei Crustaceen hervor, Kölliker beim Kalb, Hensen beim Kaninchen. Hierher gehört auch Mauthner, der beim Kalb und beim Hecht unzweifelhaft einen Kernfortsatz beobachtete. Stilling tritt trotz seiner ausdrücklichen Verwahrung doch hier bestätigend in die Reihe. Er will nämlich von den Mittheilungen des Harless, Lieberkühn

nur so viel gelten lassen, dass in dem Parenchym der Zelle helle, faserartige Räume von wechselnder Breite vorkommen; und doch hat er in Fig. 12 den Kernfortsatz unverkennbar gezeichnet![1]) Das sind doch beachtenswerthe Zeugen für ein und dieselbe Thatsache, und man sollte darüber nicht ohne eingehende Untersuchung und vorschnell verhandeln. Ihre Angaben ergänzen sich; was die Einen nur bruchstückweise gesehen: Fortsatz vom Kern oder Kernkörperchen erweist sich bei weiterem Nachsehen als das Bruchstück des Axencylinders, der im Centrum der Zelle, im Kernkörperchen endigt. Er ist das Verdienst Arnold's, dieses Verhalten für die Nervenfasern im Sympathicus des Frosches wiederholt constatirt zu haben. Er hat die Axenfaser von ihrem Eintritt in die Nervenkugel bis zum Kernkörperchen, also in ihrem ganzen Verlauf innerhalb des Protoplasmas verfolgt. Sehr eigenthümlich ist schon die Eintrittstelle. Sie gleicht bei oberflächlicher Betrachtung in der That einer zweiten Kernbildung, weil der optische Querschnitt des Axencylinders in einem hellen kreisrunden, von Protoplasmamolekeln freien, ungefähr 0,006 Mm. breiten Ring steckt. Ob dieser helle Ring wirklich dem optischen Querschnitt des Nervenmarkes entspricht, ist zur Zeit wohl noch kaum mit Bestimmtheit zu sagen; auch über die Ansicht Arnold's, der Kern sei nichts anderes als das kuglige Ende der Markscheide, „welche den Axencylinder durch die Zelle begleitet", müssen erst weitere Erfahrungen entscheiden. Uns sind niemals Bilder begegnet, welche dieser Auffassung günstig gewesen wären. Würde sich die Markscheide wirklich bis zum Kern erstrecken und ihn selbst bilden, so müsste das Mark doch wohl an Festigkeit zunehmen, also auch an Deutlichkeit; denn man mag vom Kern halten

---

[1]) Harless, Müller's Archiv. 1846. Heft 3. Axmann, Beiträge z. mikr. Anat. d. Gangliennervensystems. 1853. Lieberkühn, De gangliorum struct. penit. Berol. 1849. Wagener, G., Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. VIII. 1857. Owsjannikow, Annal. des scienc. nat. Zool. Tom. XV. Kölliker's Hdbch. 4. Auflage. Hensen, Zeitschr. f. wiss. Zool. XI. Bd. 1861 und Virchow's Archiv. Bd. XXX. Zur Entwicklung des Nervensystems. Mauthner, L., Beiträge zur näheren Kenntniss etc. des Nervensystems. Wien 1862. Stilling, B., über den Bau der Nervenprimitivfasern etc. Frankfurt a. M. 1856.

(Die Angaben Frommann's (Virchow's Archiv Bd. 31 und Bd. 32) stehen mit dieser Frage in keinem unmittelbaren Zusammenhang.)

was man will, so viel ist sicher, er ist ein sehr resistenter Theil der Zelle. Arnold, der den Kern als das Product des angeschwollenen Markendes betrachtet wissen will, wird nothwendig seine Membran bestreiten müssen. Gegen ihre Existenz scheint ihm z. B. besonders das Verhalten zur Essigsäure von Bedeutung. Allein die Thatsache, die er anführt, dass sich unter der Einwirkung dieses Reagens die Contouren des Kernes verwischen, lässt auch noch eine andere Deutung zu als die, dass an die Stelle des in Auflösung begriffenen Kerns die Zellsubstanz rücke. Wir glauben, das aufquellende Protoplasma überlagert die Ränder des Kerns, und desshalb werden seine Contouren undeutlich und verwischt. Ferner hält es nicht schwer, Kerne der Ganglienzellen durch Druck zu isoliren und so die selbstständige Hülle deutlich zu beobachten: ein Verfahren, das auch schon Andern gelang. Dann verdient doch auch die Erscheinung hervorgehoben zu werden, welche Reagentien an dem Kern hervorbringen, die dem Ganglienkörper an und für sich Wasser entziehen, wie z. B. die verdünnte Chromsäure. Sie machen den Kern schrumpfen, der dann zackig in dem Raum des Protoplasmas liegt, den er im frischen Zustand erfüllte. Doch all das ist gerade jetzt von geringerer Bedeutung, das Hauptinteresse concentrirt sich zunächst in dem Nachweis, dass die Axenfaser im Kernkörperchen endigt, und dass der Eintritt in die Zelle so bestimmt markirt ist, als existirte in ihrem Innern ein geformter Kanal, dessen Beginn wir aussen als Ring wahrnehmen.

Auf die Frage, in welcher Weise der Axencylinder den Kern durchbohre, lässt sich leider keine Antwort geben, wir können nur sagen, er endigt in seinem Innern, knopfförmig angeschwollen und bildet so das schon längst bekannte Kernkörperchen.

Der Weg, den der Axencylinder bis zu seinem Ende im Kern zurücklegt, ist in den meisten Fällen gerade, doch nicht immer. Manchmal verfolgt er auch eine halbe Schraubentour bis zu seinem Ziel, wobei er mitunter dicht an der Grenze des Protoplasmas in die Höhe steigt bis zum Gipfel der Zelle, um sich dann zum Kern herabzubeugen. Ob solche Veränderungen in der Bahn des Axencylinders eine Functionsverschiedenheit bedingen, oder lediglich ein Spiel der Natur sind, muss natürlich dahin gestellt bleiben; doch

schien es nöthig, auf diesen wechselnden Verlauf aufmerksam zu machen.

Es bleibt uns noch mitzutheilen, was über das Verhalten der anderen Fortsätze im Innern der Ganglienzelle bekannt ist. Nach Arnold's Ansicht (S. 38) gehen von dem Kernkörperchen Fortsätze aus, die sich theilen und mit einem Fadennetz in der Belegungsmasse in Verbindung stehen, aus welch letzterem sich die Spiralfaser zusammensetzt.

Der Nachweis eines solchen Verhaltens ist uns nur theilweise gelungen. Es gelang zu constatiren, dass vom Kernkörperchen blasse, starre Fortsätze ausgehen; die höchste Zahl, die wir gesehen, war drei. Ihr Durchmesser von ungefähr $^1/_{700}$ Millim. blieb stets derselbe, und man konnte kein Dünnerwerden, wie Arnold bemerken. Sie erstreckten sich hinaus bis über die Peripherie des Kerns, dann aber wurden sie in dem körnigen Protoplasma unsichtbar, ohne vorher Theilungen wahrnehmen zu lassen. An Chromsäurepräparaten konnte man freilich weitere Andeutungen sehen, allein das Schrumpfen des Kerns, die Veränderung seines Inhalts sowohl als jenes der Zelle erheischen die grösste Vorsicht.

Zur Zeit können wir nur sagen, dass an manchen Kernkörperchen kurze, bis über den Rand des Kerns hinausragende bandartige Fortsätze ohne Theilung vorkommen, welche den von Frommann[1]) beobachteten einigermaassen gleichen. Deutlicher ist die Existenz jenes „Fadennetzes", aus dem sich die Spiralfaser entwickelt. In manchen Fällen sieht man aus der Tiefe des Protoplasmas feine Fäden hervorkommen, welche gegen den Stiel der Ganglienzelle zusammenlaufen, und sich in eine Faser vereinigen. Völlig frische Präparate, und was besonders hervorzuheben, gerade Zellen, die ihre Bindegewebshülle verloren hatten, zeigten diese zarten Fibrillen, welche in einem Fall sogar isolirt wurden. Wahrscheinlich durch Zerzupfen mit der Nadel war die eine Hälfte einer freigemachten Zelle zerstört, jedoch jene feinen Fädchen erhalten geblieben, aus denen sich die umspinnende Faser zusammensetzte. Ob diese Art der Entstehung der Fortsätze an den bipolaren und multipolaren

---

[1]) Virchow's Archiv. Bd. 32. Fig. 2, Taf. VII.

Zellen des Sympathicus ausschliesslich und überall vorkommt, ist uns nicht völlig sicher geworden, jedenfalls muss man hervorheben, dass manche Fortsätze aus dem untern Theil der Zellen auf andere Art hervorkommen. Es giebt Ganglienkörper, welche in ihrem untern Theil eine molekuläre Masse mit Kernen enthalten, die von dem eigentlichen Protoplasma, das den charakteristischen Kern und das Kernkörperchen trägt, gewissermaassen zu trennen ist. Der Inhalt zerfällt in zwei Abtheilungen: eine obere, sie hat man bisher vorzugsweise beobachtet, und eine untere, deren genaue Structur noch wenig aufgeklärt ist. Beale und wir selbst glauben, dort die Kreistouren der umspinnenden Fasern zu erkennen, die mit ovalen, querliegenden Kernen besetzt, körnig und breit sind. (Siehe Beale Fig. 1 und 3, 26.) Darin läge ein anderer Modus des Verhaltens der Spiralfaser zur Ganglienzelle, sie würde durch eine allmählige Consolidirung der feinkörnigen Substanz, am unteren Ende des Ganglienkörpers hervorgehen. Die Entstehung der Spiralfasern wäre demnach eine doppelte: aus feinen Fibrillen und aus der allmählichen Verdichtung eines breiten, weichen, Kerne enthaltenden Bandes, das den untern Theil der birnförmigen Hülle ausfüllt, während im Stiel die Fortsätze verlaufen. Die Angaben Arnold's über den Ursprung der Fasern an den sympathischen Ganglienkörpern aus einem Netz feiner Fasern sind von anderer Seite als apokryph bezeichnet worden, sie stimmen aber merkwürdig mit einer Theorie, die der scharfe Beobachter Deiters in seinem leider unvollendeten Werke über den Ursprung der Nervenfasern von den Ganglienzellen des animalen Nervensystems höherer Thiere aufgestellt hat. Ihm erscheinen die Ganglienzellen als Centralpunkte für zwei Systeme ächter Nervenfasern, einer meist breiteren, immer einfachen und ungetheilten Faser, und eines zweiten ausgedehnten Systems von kleinsten Fäserchen, die an die Protoplasmafortsätze angeheftet sind. Diese feinsten Fäserchen sind äusserst difficil zu erhalten. Es will aber Deiters doch gelungen sein, mitunter dunkelrandige Contouren daran zu erkennen; und desswegen hält er sie für ein zweites System abgehender Axencylinder.

Eine Bestätigung der Deiters'schen Anschauung über den Bau der Ganglienzellen, von denen wir bisher nur Bruchstücke kannten,

wäre für die Anatomie und Physiologie ein bedeutender Fortschritt.

Es ist daher wichtig, die Erfahrungen anderer Beobachter mit denen von Deiters zu vergleichen; sie werden um so werthvoller sein, je verschiedener die Wege, welche zu einem gleichen Resultate geführt. Was den ersten Punkt betrifft, dass stets nur eine breite und ungetheilte Faser mit der Ganglienzelle zusammenhänge, so hat Remak schon im Jahre 1855[1]) hervorgehoben, dass die vielstrahligen Zellen im Rückenmark doch nur eine Nervenfaser, einen Axencylinder erkennen lassen.

In den Untersuchungen, die R. Wagner gemeinschaftlich mit Meissner und Billroth über die electrischen Lappen bei Torpedo angestellt hat, wird schon ausdrücklich hervorgehoben, dass von je einem Ganglienkörper eine, seltener zwei ächte Nervenfibrillen entspringen. Max Schultze, dem wir die Veröffentlichung des Deiters'schen Werkes verdanken, bemerkt in einer Note S. 57 gleichsam bestätigend, dass er bei Gelegenheit seiner Studien in Triest sehr vollkommene Präparate isolirter Ganglienzellen der electrischen Hirnlappen von Torpedo angefertigt, aber immer nur einen, nie zwei Axencylinder habe entspringen sehen.[2])

Hier nun, im Sympathicus des Frosches findet sich ebenfalls eine breite zutretende Faser, die bis nahe zur Ganglienzelle hin noch mit Mark umgeben, in ihr, im Kernkörperchen endet.

Auch der zweite Theil der Deiters'schen Hypothese, dass die von den körnigen Protoplasmafortsätzen schliesslich entspringenden feinsten Fäserchen ein zweites System abgehender Axencylinder darstellen, ist nicht ohne Stütze in der Literatur. Max Schultze[3]), der sich überzeugt hatte, dass sich die Riechnervenfasern, wie jene des Acusticus an der Peripherie in feinste Fibrillen auflösen, hält es für sehr wahrscheinlich, dass sie sich an ihrem Ursprunge aus Fäserchen, aus Ganglienzellenausläufern zusammensetzen, welche die Feinheit derjenigen Fibrillen haben, in welche die Nerven an

[1]) Deutsche Klinik. Nr. 27.

[2]) Siehe ferner: Untersuchungen über den Bau der Nasenschleimhaut. Halle 1863. S. 66 Anmerkung.

[3]) Untersuchungen über den Bau der Nasenschleimhaut. S. 66.

der Peripherie wieder zerfallen. Wir sehen daraus, Max Schultze vermuthet einen Ursprung der Nervenfasern, den Deiters durch das Auffinden feinster Ausläufer der Protoplasmafortsätze an den Nervenzellen des Centralorgans weiter begründet.

Auch Beale verdient hier Erwähnung wegen seiner Theorie des Nervenfaserverlaufes, die im einzelnen viel Aehnlichkeit mit der Schultze-Deiters'schen Anschauung über den Ursprung der Nervenfasern zeigt. Entstanden ist sie aus der Untersuchung der centralen Elemente.[1]) Er hatte gerade so wie Frommann Streifen der Ganglienzelle gesehen, welche mit denen der Protoplasmafortsätze zusammenhiengen.

Es ist hier nicht der Platz, auf seine Schlüsse hierüber einzugehen, aber das ist von Interesse zu erfahren, dass er auf vielfache Untersuchungen hin sich gezwungen sieht zu der Annahme: jede einzelne dunkel contourirte Nervenfaser oder vielmehr ihr Axencylinder sei die gemeinschaftliche Bahn vieler Nervenfibrillen, die aus der Theilung der Nervenzellenfortsätze von nur $^1/_{100000}$ engl. Zoll Breite hervorgegangen sind, und erst eine lange Bahn zurücklegen, ehe sie parallel mit andern ihrer Art verlaufen (hiezu eine schematische Figur 4, S. 390). Wir halten nur an der Beobachtung Beale's fest, dass aus der feinsten Theilung der Nervenzellenfortsätze Axencylinder entstehen.

Vergleichen wir nun mit dem zweiten Theil der Deiters'schen Theorie den Bau der sympathischen Ganglienzellen, so zeigt sich, dass aus diesen ebenfalls äusserst dünne Fortsätze — Axencylinderfortsätze — herauskommen die zweifellos in Nervenfasern übergehen. Sie entwickeln sich auf doppelte Art, entweder aus feinsten Fibrillen, oder aus langen, sich allmählig verdünnenden Protoplasmafortsätzen, die gewunden im untern birnförmigen Theil unserer Zellen liegen.

Wollten wir schliesslich die Fortsätze der sympathischen Zellen in Bezug auf Ursprung und Ende registriren, so müssten wir analog den eben über die centralen Zellen erwähnten Meinungen mit

---

[1]) Indications of the Paths taken by the Nerve-currents, as they traverse the caudate Nervecells of the Spinal Cord and Encephalon. Proceedings of the Roy. Society. Vol. XIII. Nr. 66. 1864.

derselben Wahrscheinlichkeit sagen: die gerade und breitere Faser ist die Zutretende — sie endigt im Kernkörperchen; die dünnen spiralig gewundenen Fasern entspringen aus dem Protoplasma.

München, den 28. März 1866.

Erklärung der Tafel.

Ein unter Zusatz von Humor aqueus präparirtes Stämmchen des Sympathicus vom Frosch.

Oben eine bipolare Ganglienzelle, mitten zwischen den Nervenfasern und mit markhaltigen Fasern in Verbindung, die in direct entgegengesetzter Richtung abgehen.

Unten: Mehrere keulenförmige Ganglienkörper sammt ihrem Stiel, in welchem 2—3 Fortsätze enthalten sind; die breite Faser umsponnen von feinen Fortsätzen. An ein paar Zellen die von einem Ring umgebene Eintrittsstelle der breiten Faser und ihre Endigung im Kernkörperchen; Fortsätze des Kernkörperchens sehr dünn; laufen bis zum Rand des Kerns.

Links eine Ganglienkugel, deren Stiel sich spaltet; die darin enthaltenen Fortsätze divergiren nach entgegengesetzter Richtung.

Beobachtungen über den schwankenden Gehalt des Wassers an festen Bestandtheilen aus verschiedenen Brunnen in München.

Von

August Wagner,

Assistent am Laboratorium für physiologische Chemie in München.

In einer grossen und bevölkerten Stadt lässt sich im voraus eine merkliche Verschiedenheit in der Beschaffenheit des Trinkwassers, welches die gegrabenen Brunnen in derselben liefern, erwarten, je nachdem dasselbe mehr oder weniger Zuflüssen von Abwassern, Jauchen und dergleichen ausgesetzt ist. Da die Ursachen solcher Verunreinigungen sich stetig ändern, so kann derselbe Brunnen zu verschiedenen Zeiten ein Wasser von ganz verschiedener Qualität liefern.

Den bedeutenden Einfluss des Trinkwassers auf unseren Organismus zeigt die bekannte Thatsache, dass sehr viele Personen bei Ortsveränderungen die Wirkungen eines ungewohnten Trinkwassers verspüren; dieselbe Wirkung wird aber auch ein Brunnenwasser hervorbringen, das sich in kürzerer Zeit bedeutend verändert. Ein Forschen nach solchen Veränderungen lehrt uns aber nicht blos die Beschaffenheit unseres Trinkwassers kennen, sondern auch zugleich den jeweiligen Zustand des Bodens, auf dem wir uns befinden; das Brunnenwasser ist nämlich für uns der sicherste Maassstab zur Beurtheilung der Verunreinigung des umliegenden Bodens. Der Brunnen wird zum Verräther der Unreinlichkeit seiner Umwohner, indem die Auslaugungsprodukte von Abfällen und Exkrementen, die Ausflüsse von undichten Kanälen und dergleichen in demselben zusammentreffen.

Der wichtige Einfluss des Bodens auf die Entwicklung und den Fortlauf von epidemischen Krankheiten ist heut zu Tage kaum mehr zu bezweifeln; hiebei wird aber derselbe Boden sich zu verschiedenen Zeiten verschieden verhalten, je nachdem er zeitweise mehr oder weniger mit den Verunreinigungen von Jauchen u. d. g. imprägnirt ist. Einen sicheren Maassstab zur Beurtheilung der Grösse dieser Imprägnation bietet uns der zunächst gelegene gegrabene Brunnen durch die Qualität seines Wassers. Hätte man durch regelmässige, Jahre lange Untersuchungen eines jeden Brunnens einer grossen Stadt ein klares Bild über die wechselnden Verunreinigungen des Bodens der einzelnen Häuser der Stadt sich verschafft, so gäbe dieses gewiss einen wichtigen Beitrag zur Kenntniss der Ausbreitung einer Epidemie in den einzelnen Distrikten dieser Stadt. Hiebei ist nicht zu fürchten, dass man auf diese Art den Zustand des Bodens nur in der unmittelbarsten Nähe des Brunnens erfährt; dieses beweisen die Beobachtungen in der Sendlinger Landstrasse, die ich später anführen werde, wo die Wirkung einer Verunreinigungsquelle die ganze Nachbarschaft trifft.

Eine nähere Kenntniss des jeweiligen Zustandes des Bodens und des Trinkwassers ist daher für die Biologie von grosser Bedeutung; sollen Untersuchungen zu diesem Zweck einen bleibenden Werth besitzen, so müssen sie durch fortgesetzte Beobachtungen nach regelmässigen Zeitfristen in Zahlen die stetigen Aenderungen bestimmen, welche fortwährend unter unseren Wohnsitzen vor sich gehen. Aus diesem Grunde habe ich seit anderthalb Jahren die Aenderungen vieler Brunnenwässer Münchens durch regelmässige Beobachtungen verfolgt, bei einigen nach je 14 Tagen, bei anderen nach längeren Zeiträumen.

Am einfachsten und leichtesten lassen sich die Schwankungen in der Beschaffenheit des Wassers aus Bestimmungen der Gesammtmenge der aufgelösten Salze ersehen. Diese Bestimmungen wurden nach üblicher Weise ausgeführt; bei genügender Vorsicht ist hiezu eine Wassermenge von 100 bis 200 Cub. Cent. ausreichend, indem eine Unsicherheit von etlichen Milligrammen in der Rückstandsmenge per Liter bei der Betrachtung von so bedeutenden Schwankungen, wie sie bei den Münchener Brunnen stattfinden, ohne allen Ein-

fluss bleibt. Zur Controle arbeitete ich öfters mit einer grösseren (1/2 Liter) und einer kleineren Menge (100 Cub. Cent.) desselben Wassers und erhielt stets äusserst nahe zusammentreffende Zahlen.

I.

Für regelmässige Beobachtungen nach je 14 Tagen wählte ich zuerst mehrere Brunnen in der Nähe des Bahnhofs; den Anlass hiezu gaben die Klagen, die im Frühjahr 1864 über den schlechten Zustand des Trinkwassers in dieser Gegend laut wurden; eine zweite Partie bilden mehrere Brunnen in der Sendlinger Landstrasse, ebenfalls in Folge von Klagen der dortigen Bewohner. Ich will zunächst die Resultate dieser 1 1/2jährigen Beobachtungen folgen lassen.

Rückstand per Liter in Grammen.

Tag der Bestimmung.	Rosengarten.	Sterngarten.	Bahnhof.	Ecke der Karlsstrasse und Dachauerstrasse.	Sendlinger Landstrasse.				
					Nr. 34.	Nr. 31.	Nr. 35.	Nr. 30.	Nr. 50.
1864.									
1. April	0,80	0,60	0,56						
20. „	0,80	0,78	0,68						
24. Mai	1,08	0,79	1,07						
8. Juni	0,97	0,83	1,00						
15. „	0,89	0,80	0,97						
30. „	0,85	0,81	0,93	0,76					
14. Juli	0,90	0,82	0,85	0,92					
28. „	0,88	0,90	0,88	0,86	1,75*)	0,80*)	1,00*)		
5. August	0,78	0,87	0,83	0,86	1,30*)	1,01*)	0,89*)		
26. „	0,64	0,68	0,70	0,68	0,97	0,97	0,66		
9. September	0,68	0,73	0,70	0,81•	0,88	0,96	0,62		
24. „	0,72	0,68	0,65	0,74	1,40	0,91	0,75		
8. October	0,67	0,64	0,60	0,69	1,37	0,97	0,71		
22. „	0,67	0,67	0,58	0,69	1,27	0,95	0,65		
4. November	0,67	0,66	0,61	0,68	1,66	0,87	1,16		
18. „	0,67	0,64	0,61	0,68	1,72	0,90	1,56		

*) Die unterm 28. Juli und 5. August eingetragenen Bestimmungen in der Sendlinger Landstrasse fanden in Wirklichkeit am 20. Juli und 3. August statt.

Tag der Bestimmung.	Rosengarten.	Sterngarten.	Bahnhof.	Ecke der Karls- und der Dachauerstrasse.	Sendlinger Landstrasse.				
					Nr. 34.	Nr. 31.	Nr. 35.	Nr. 30.	Nr. 50.
3. Dezember	0,66	0,62	0,62	0,67	1,83	0,76	1,71	1,47	0,50
16. "	0,67	0,61	0,64	0,69	1,74	0,91	1,51	1,30	0,62
30. "	0,66	0,61	0,64	—	1,24	0,92	1,21	1,29	0,64
1865.									
13. Januar	0,65	0,60	0,57	—	1,42	0,92	1,48	1,24	0,53
27. "	0,84	0,65	0,60	0,75	1,64	0,88	1,83	1,38	0,57
10. Februar	0,81	0,70	0,63	0,70	1,69	0,85	1,24	1,42	0,80
24. "	0,70	0,68	0,59	0,67	1,22	1,00	0,76	1,44	0,75
10. März	0,69	0,65	0,61	0,66	1,06	0,93	0,69	1,64	0,74
24. "	0,65	0,64	0,57	0,66	1,13	0,95	0,63	1,53	0,66
7. April	0,65	0,66	0,60	0,66	1,32	1,00	0,80	1,60	0,72
21. "	0,70	0,66	0,66	0,66	1,93	1,12	1,06	1,71	0,59
5. Mai	0,68	0,60	0,62	0,65	2,16	1,02	1,21	1,47	0,54
19. "	0,75	0,65	0,63	0,76	2,24	0,99	1,80	1,65	0,54
2. Juni	0,96	0,63	0,75	0,70	2,27	0,98	2,12	1,78	0,56
14. "	0,83	0,67	0,71	0,67	1,93	0,94	1,91	1,71	0,50
30. "	0,88	0,68	0,77	0,69	1,56	0,91	1,68	1,60	0,48
14. Juli	1,06	0,75	0,78	0,70	1,92	1,12	2,03	2,21	0,66
28. "	0,93	0,76	0,81	0,79	1,69	1,03	1,66	1,66	0,50
10. August	1,02	0,78	0,84	0,82	1,73	1,04	1,98	1,66	0,58
25. "	1,02	0,71	0,91	0,79	1,85	1,00	2,03	1,61	0,53
9. September	1,02	0,71	0,90	0,79	1,89	1,01	1,94	1,58	0,49
23. "	0,91	0,65	0,85	0,75	1,99	0,88	1,68	1,41	0,45
5. October	0,87	0,56	0,80	0,71	1,77	0,87	1,11	1,47	0,47
20. "	0,86	0,61	0,78	0,71	1,93	1,01	1,10	1,50	0,45
2. November	0,89	0,58	0,74	0,73	2,01	1,09	1,06	1,53	0,40
16. "	0,89	0,55	0,65	0,77	2,03	0,88	0,94	1,40	0,41
Durchschnittszahl	0,807	0,687	0,726	0,729	1,643	0,953	1,262	1,548	0,564

Es ergiebt sich hieraus für

		Rosengarten.	Sterngarten.	Bahnhof.	Ecke der Karls- und der Dachauerstrass.	Sendlinger Landstrasse.				
						Nr. 34	Nr. 31.	Nr. 35.	Nr. 30.	Nr. 50.
als Maximum		1,08	0,90	1,07	0,92	2,27	1,12	2,12	2,21	0,80
als Minimum		0,64	0,55	0,56	0,65	0,88	0,76	0,62	1,24	0,40
als grösste Differenz		0,44	0,35	0,51	0,27	1,39	0,36	1,50	0,97	0,40
als Maximum	über der Durchschnittszahl	0,273	0,213	0,344	0,191	0,627	0,167	0,858	0,662	0,226
	unter der Durchschnittszahl	0,167	0,137	0,166	0,079	0,763	0,193	0,642	0,308	0,164

Das Maximum über der Durchschnittszahl ist beträchtlich grösser als das unter derselben, mit Ausnahme von Sendlinger Landstrasse Nr. 34 und Nr. 31.

Von den Brunnen im Rosengarten, Sterngarten, Bahnhof, Karlsstrasse sind die Rückstandsmengen vom Mai bis zum 5. August 1864 über ihrem Durchschnittswerth, am 26. August bei sämmtlichen darunter, am 9. September erhebt sich nur Sterngarten und Karlsstrasse etwas darüber; von da an blieben aber sämmtliche vier bis zum Januar 1865 unter der Mittelzahl; übersteigen dieselbe etwas Ende Januar oder Anfang Februar, und bleiben dann von da bis zum Juni unter derselben. Vom Juni oder Juli an übersteigen die Rückstandsmengen bei sämmtlichen 4 Brunnen ihren Mittelwerth und bleiben im Juli und August darüber. Die Brunnen in der Sendlinger Landstrasse lasse ich unberücksichtigt, weil dieselben zu überwiegenden rein localen Einflüssen ausgesetzt sind.

Die Vermuthung, dass ein Zusammenhang zwischen der Menge der aufgelösten Salze des Brunnenwassers und der der atmosphärischen Niederschläge stattfinde, liegt nahe; man muss aber dabei im Voraus bedenken, dass man, obwohl durch die Beobachtungen der hiesigen Sternwarte die Gesammtregenmenge innerhalb je 24 Stunden genau sich verfolgen lässt, für unsern Zweck doch nicht

die maassgebenden Zahlen erhält, indem von derselben Regenmenge innerhalb 24 Stunden doch eine ganz verschiedene Wassermenge in den Boden dringen wird, je nachdem der Niederschlag plötzlich als Gewitterguss erfolgt, oder sich gleichmässig innerhalb der 24 Stunden vertheilt, indem bei einem starken Gewitterregen die grösste Wassermenge sogleich durch Rinnen und Kanäle weiter befördert wird, so dass für unsere Betrachtungen ein feiner anhaltender Regen einen grösseren Einfluss ausübt, als ein schneller Gewitterguss, der eine weit grössere Wassermenge herabgiesst. Ferner ist es im Winter für den Boden gar nicht gleichgültig, ob der Niederschlag als Regen, oder als Schnee erfolgt, der sich erst dann bemerklich machen kann, wenn er zu schmelzen anfängt. Dann kommt es auch darauf an, wie weit der Boden ausgetrocknet ist, wenn es zu regnen beginnt; ein trockenerer Boden wird mehr Wasser durch Adhäsion festhalten, als ein feuchterer. Obwohl sich wegen der angeführten Gründe keine haarscharfe Beziehung zwischen der Menge der atmosphärischen Niederschläge und der im Brunnenwasser aufgelösten Salze erwarten lässt, so spricht sich doch bei einer Vergleichung ein ganz unleugbarer Zusammenhang aus; und zwar giebt mir diese Vergleichung das Resultat:

dass bei nasser Witterung der Salzgehalt der Brunnen zu-, bei trockener abnimmt*).

Im Jahre 1864 waren die atmosphärischen Niederschläge in den Monaten Mai, Juni, Juli: 44,92; 69,90; 63,26 Linien; die Rückstandsmengen obiger 4 Brunnen sind in diesen Monaten sämmtlich über ihrem Mittelwerth. Die Regenmenge im August beträgt 17,48 Linien, wovon für die Zeit vom 16. bis zum Ende nur $4^1/_2$ Linien treffen; am 26. August geht auch die Rückstandsmenge bei sämmtlichen 4 Brunnen bedeutend herab. Für September ergiebt sich die Regenmenge zu 38,64 Linien; 3 Brunnen zeigen am 9. eine kleine Erhöhung der Rückstandsmengen. In den Monaten October,

*) Selbstverständlich kann dieses Resultat nur für Brunnen angewendet werden, welche keinen zu starken rein localen Einflüssen ausgesetzt sind; so läuft z. B. in der Sendlinger Landstrasse Nr. 34 die Jauche eines Pferdestalles in den Brunnen; hier ist wohl die jeweilig producirte Harnmenge entscheidend.

November, Dezember ist die Regenmenge 16,98; 22,27; 5,42; bei sämmtlichen 4 Brunnen ist in dieser Zeit die Rückstandsmenge unter der Durchschnittszahl, und auffallend gleichmässig ohne irgend eine plötzliche Aenderung. Im Januar 1865 vertheilt sich die Regenmenge zu 22,21 Linien, hauptsächlich für die Tage vom 23. bis zum 28., alle 4 Brunnen zeigen am 27. Januar eine Zunahme der Rückstandsmengen. Der Februar mit 13,85 Linien, empfängt vom 10. an sehr wenig atmosphärischen Niederschlag, die Rückstandsmenge fällt bei allen 4 Brunnen. März und April sind sehr trockene Monate mit 13,18 und 1,08 Linien atmosphärischen Niederschlags; bei sämmtlichen 4 Brunnen ist in dieser Zeit die Rückstandsmenge unter dem Mittelwerth. Der Mai mit 35,93 Linien ist am Anfang ohne Regen und wird erst vom 12. an feucht, am 19. steigt die Rückstandsmenge bei sämmtlichen Brunnen. Im Juni mit 21,65 Linien atmosphärischen Niederschlags fällt fast die Gesammtregenmenge auf den ersten und dritten mit 7,07 und 7,88 Linien; zwei Brunnen zeigen am 2. eine beträchtliche Steigerung, die beiden andern nicht. Vom Juli mit 47,48 Linien ist der Anfang bis zum 12. mit starken Regengüssen bedacht, vor allen der 10. mit 24,51 und der 11. mit 9,1 Linien; am 14. Juli steigen die Rückstandsmengen sämmtlicher Brunnen, und bleiben auch im August mit 48,6 Linien über der Durchschnittszahl. Den September hindurch fällt die Rückstandsmenge sämmtlicher 4 Brunnen, die Regenmenge war in demselben nur 7,01 Linien, ebenso Anfangs October, in welchem bis zum 11. kein Regen eintrat.

Mit Berücksichtigung der vielen störenden Einflüsse, denen Brunnen ausgesetzt sind, es sei hier namentlich der stets wechselnde Wasserentzug durch Pumpen erwähnt, ist dieser Zusammenhang zwischen der Menge der atmosphärischen Niederschläge und der des Gesammtrückstandes gewiss ein evidenter zu nennen. Mancher hätte vielleicht vermuthet, das Brunnenwasser werde durch eine grosse Zufuhr von salzfreiem Regenwasser bei anhaltendem Regen reiner, indem das Brunnenwasser, welches Salze aufgelöst enthält, mit so und so viel reinem salzfreien Regenwasser verdünnt wird. Obiger Vergleich zeigt aber gerade das Gegentheil; viel Regen führt dem Brunnenwasser viel Lauge zu.

Die Versuchsreihe in der Sendlinger Landstrasse führe ich nur desshalb an, weil sie ein interessantes Bild eines stark verunreinigten Bodens liefert. Die Schwankungen von Nr. 34 und Nr. 35 correspondiren mit einander bis Ende September 1865. Das Wasser in Nr. 34 ist stark gelb, wie Harn gefärbt, in Nr. 35 nur blassgelb. Der Brunnen von Nr. 50 liegt den Häusern 34 und 35 in ziemlicher Entfernung gegenüber; durch seine Schwankungen liefert er bald gutes, bald schlechtes Wasser, das einmal von 0,400 Gramm Rückstand, das anderemal von 0,800 per Liter. Dasselbe gilt in noch viel höherem Grade von einem Brunnen in der äussersten Sendlinger Landstrasse Nr. 47, der bald ein ausserordentlich reines, bald ein stark verunreinigtes Wasser liefert; am 12. Dezember 1864 war sein Wasser das reinste, das ich je an einem Münchner Brunnen beobachtete, es gab nur 0,310 Gramm Rückstand, dagegen am 23. November 1865 0,992 per Liter.

II.

Ausser diesen regelmässigen Bestimmungen habe ich noch fast sämmtliche öffentliche Brunnen in der inneren Stadt in den Kreis meiner Untersuchungen gezogen; bei ihrer bedeutenden Anzahl musste ich mich jedoch mit grösseren Zeitperioden, von circa $^1/_4$ Jahr, begnügen. Ich wählte desshalb nur Brunnen auf öffentlicher Strasse, weil von denselben eine starke Benützung und eine ziemlich gleiche Reinlichkeit zu erwarten steht. Zuerst beobachtete ich nur die Parthie zwischen Angerthor, Karlsthor, Frauenkirche, Althammereck und Kreuzgasse, und erst viel später die Brunnen in den anderen Stadttheilen. Nur aus diesem, rein zufälligen, Grund, sei es erlaubt, bezeichneten Stadttheil mit Partie I, zum Unterschiede von den anderen, als Partie II zu bezeichnen.

Partie I.

Standplatz des Brunnens.	1864 23. November.	1865 7. Februar.	1865 10. Mai.	1865 31. Juli.	1865 18. October.	Mittelzahl.	Grösste beobachtete Differenz.
Angerthor*)	0,53	0,66	0,67	0,51	—	0,592	0,16
Bau-Magazin am Sendlinger Thor.	0,55	0,54	0,68	0,63	0,74	0,628	0,20
Sendlinger Strasse Nr. 48	0,84	0,82	0,99	0,84	0,92	0,882	0,17
Kreuzgasse Nr. 20	1,60	2,01	0,92	1,46	1,62	1,522	1,09
Kreuzgasse Nr. 29	2,12	1,01	0,57	2,14	1,28	1,424	1,57
Glockengasse Nr. 8	—	0,83	0,92	0,87	0,85	0,868	0,09
Josephspitalgasse	1,38	1,42	1,34	1,08	1,19	1,282	0,34
Hundskugel Nr. 7	1,12	0,76	0,93	1,08	1,08	0,994	0,36
Hottergasse Nr. 7	0,88	0,83	0,69	0,94	0,91	0,850	0,25
Damenstiftsgasse Nr. 16	0,80	0,60	0,74	1,61	1,15	0,980	1,01
Althammereck Nr. 4	0,96	0,90	0,79	—	1,19	0,960	0,40
Althammereck Nr. 14	1,46	1,37	1,35	1,82	0,37	1,274	1,45
Herzogspitalgasse	0,63	0,79	0,84	1,05	0,63	0,788	0,42
Glockengasse Nr. 2 Gefängniss	0,57	0,55	0,68	0,52	0,64	0,592	0,16
Neuhausergasse Nr. 22	0,81	0,80	0,98	0,91	0,89	0,878	0,18
Neuhausergasse Nr. 29	0,77	0,71	0,88	0,91	0,77	0,808	0,20
Capellgässchen	0,74	0,73	0,86	0,85	0,83	0,802	0,13
Akademie	0,93	0,87	1,06	0,84	1,19	0,978	0,35
Färbergraben (Schlachthaus)	0,85	0,70	0,75	0,85	0,85	0,800	0,15
Café Fink bei der Frauenkirche	0,94	0,77	0,70	1,03	0,77	0,842	0,33
Löwengrube, Appellgericht	0,65	0,67	0,97	1,05	0,85	0,838	0.40
Stadtgericht**)	0,70	0,70	0,54	0,55	0,62	0,622	0,16
Mittelzahl aus den 22 Beobachtungen	0,944	0,864	0,857	1,025	0,920	0,920	

*) Der Brunnen am Angerthor ist seit kurzer Zeit entfernt.

**) Eine von Professor Pettenkofer im Jahre 1853 gemachte Bestimmung des festen Rückstandes des Wassers aus diesem stark benützten Brunnen hat für ein Liter 0,4 Grmm. ergeben.

Partie II.

Standplatz des Brunnens.	1865 19. Juni.	1865 21. October.	Mittelzahl.	Grösste beobachtete Differenz.
Knorr Haus I.	0,76	0,73	0,745	0,03
Knorr Haus II.	0,72	0,72	0,720	—
Griechische Kirche	0,51	0,69	0,600	0,18
Hof der Theatiner Kirche	0,71	0,73	0,720	0,02
Theatiner-Strasse Nr. 44	0,64	0,55	0,595	0,09
Theatiner-Strasse Nr. 52	0,38	1,32	0,850	0,94
Weinstrasse Nr. 6	0,94	0,80	0,870	0,14
Dienersgasse Nr. 12	0,85	0,87	0,860	0,02
Kaufingergasse Nr. 13	0,54	0,64	0,590	0,10
Kaufingergasse Nr. 37 (Hauptwache)	0,39	0,35	0,370	0,04
Petersplatz Nr. 4	0,40	0,42	0,410	0,02
Frauenplatz Nr. 11	0,69	0,78	0,735	0,09
Café Max Emanuel	0,83	1,11	0,970	0,28
Pfandhausgasse (Karmeliter Kirche)	0,47	0,44	0,455	0,03
Fürstenfeldergasse Nr. 10	1,40	1,57	1,485	0,17
Sattlergässchen Nr. 1	1,30	0,91	1,105	0,39
Färbergraben Nr. 20	0,56	0,92	0,740	0,36
Färbergraben und Hottergässchen Eck	0,64	0,60	0,620	0,04
Sendlingergasse Nr. 15	0,80	0,94	0,870	0,14
Sendlingergasse Nr. 31	1,37	1,45	1,410	0,08
Mittelzahl aus den 20 Beobachtungen	0,715	0,827	0,786	

Partie II enthält im Ganzen viel reineres Wasser, mit geringeren Differenzen in den Rückstandsmengen der einzelnen Brunnenwässer als Partie I. Von der Partie I zeigt die grösste Differenz der Brunnen in der Kreuzgasse Nr. 29, am 31. Juli ist die Rückstandsmenge viermal grösser als am 10. Mai. Der im Althammereck Nr. 14 lieferte, nachdem er vom November bis zum Juli sehr schlechtes Wasser hatte, plötzlich am 18. Oktober 1865 äusserst reines, 0,370 Gramm per Liter; aber nicht für lange Zeit, denn am 23. November 1865 ergab eine erneute Bestimmung bereits 0,980 Gramm per Liter. Diesem Brunnen gegenüber liegt eine Bräuerei; es ist vielleicht

möglich, dass der zeitweise Betrieb derselben einen Einfluss auf diesen Brunnen äussert; wie ich das letztemal am 23. November 1865 spät Abends dort Wasser holte, fiel mir ein bedeutender Dampf auf, der aus dem Ableitungskanal für das Abwasser dieses Brunnens aufstieg.

Dem Durchschnitt nach genommen liefern das beste Wasser in dieser Partie die Brunnen vom Angerthor, Glockengasse Nr. 2 (Gefängniss), Baumagazin nächst dem Sendlingerthor, und der im Stadtgericht; diese Brunnen zeigen auch im Ganzen geringe Schwankungen, bei dreien ist die grösste Differenz 0,16, beim vierten 0,20. Das schlechteste Wasser geben die Brunnen in der Kreuzgasse, bei welchen auch die Schwankungen sehr bedeutend sind.

In der Partie II treffen wir mehrere sehr gute Brunnenwasser an; die unreinsten derselben fallen in die Gegend zwischen der Fürstenfelder- und Sendlinger-Gasse. Die reinsten derselben sind der Reihe nach Kaufinger-Gasse Nr. 37 (Hauptwache), Petersplatz, Karmeliter Kirche; bei diesen sind auch die Schwankungen sehr gering: 0,04; 0,02; 0,03. Der Brunnen in der Nähe der Polizei (Theatiner-Strasse Nr. 52) lieferte im Juni ein sehr reines (0,38), im Oktober ein sehr unreines Wasser mit nahezu vierfacher Rückstandsmenge (1,32); bei einer erneuten Bestimmung am 23. November ergab sich die Rückstandsmenge zu 0,96 Gramm. Solche bedeutende Schwankungen lassen sich nur durch starke rein locale intermittirende Einflüsse erklären; gerade aus diesem Brunnen, wie aus dem im Althammereck Nr. 14 kann man ersehen, wie rein unser Trinkwasser sein kann, wenn es nicht gerade von einem Zuflusse der Stadtlauge getroffen wird; es ist auffallend, wie nahe die Zahlen der beobachteten geringsten Rückstandsmengen von Brunnenwässern in ganz verschiedenen Stadttheilen zusammenfallen, im Oktober bei der Hauptwache 0,35 und im Althammereck 0,37; im Juni bei der Polizei 0,38, bei der Hauptwache 0,39, am Petersplatz 0,40, so dass man füglich diese Zahlen als den wahren Werth unseres reinen Normal-Grundwassers ansehen kann. Subtrahirt man diesen Normalwerth von den gefundenen Rückstandsmengen der einzelnen Brunnenwässer, so gibt der Rest die Menge der zugeflossenen Stadtlauge an.

Für einen etwaigen Vergleich mit dem Wasser der zunächst-

gelegenen Flüsse, füge ich Analysen von Isar- und Würmwasser bei; das Isarwasser hinterliess nach einer Bestimmung vom Jahre 1858 0,196 Gramm feste Bestandtheile per Liter, bei einer erneuten am 6. November 1865, oberhalb der Reichenbachbrücke geschöpft, 0,217; das Würmwasser, oberhalb Pasing geschöpft, 0,160. (Vom Rückstand des Isarwassers lösten sich wieder in Wasser 0,059, vom Würmwasser 0,040 Gramm.)

Betrachten wir nun bei den Brunnen der Partie I. den Mittelwerth aus den 22 Bestimmungen in den verschiedenen Monaten. Vom November 1864 an bis zum Mai 1865 fällt derselbe, und erreicht am 10. Mai sein Minimum, steigt am 31. Juli aufs Maximum und fällt wieder am 18. Oktober. Das Minimum vom 10. Mai fällt gerade an das Ende der anhaltensten Trockenheit dieses Jahres, im ganzen April war die Regenmenge nur 1,08 Linien, und vom 1. bis zum 10. Mai 0,85. Der Juli mit 47,48 und der August mit 48,6 L. atmosphärischen Niederschlags sind die feuchtesten Monate dieses Jahres, bei der Bestimmung am 31. Juli wurde auch das Maximum der Rückstandsmenge beobachtet. Von der Partie II sind erst zwei Bestimmungen vorhanden. Der Mittelwerth für den 19. Juni stellt sich kleiner heraus als für den 21. Oktober, bei welchem hauptsächlich die kolossale Steigerung der Rückstandsmenge des Brunnens in der Theatiner-Strasse Nr. 52 sich geltend macht. Die Regenmenge im Juni beträgt 21,65 Linien, wobei sich die ersten drei Tage mit 15,22 Linien betheiligen, im Oktober zwischen dem 11. und 21. 8,60 L.

III.

Bei diesen regelmässigen Beobachtungen ist nur die Gesammtmenge der aufgelösten Salze berücksichtigt worden; von grösster Wichtigkeit wäre es auch den Aenderungen in der Quantität der einzelnen Bestandtheile durch Zahlen nachzugehen. Von diesem zweiten, grösseren und zeitraubenderen Theil der gestellten Aufgabe konnte ich bis jetzt nur Einiges in den Kreis meiner Untersuchungen ziehen, und zwar hauptsächlich das Verhältniss der Alkalien zur Gesammtmenge des festen Rückstands. Diese Untersuchungen lieferten das Resultat:

der Gehalt an Alkalien steigt bei einer Zunahme des Gesammtrückstandes in einem ungemein rasch wachsenden Verhältniss.

Die Bestimmung der Alkalien erfolgte bei diesen Untersuchungen in der üblichen Weise unter Anwendung aller Vorsichtsmassregeln. Die Kalibestimmungen wurden mittelst Platinchlorid ausgeführt, das Kali aus dem erhaltenen Kaliumplatinchlorid berechnet; und dann wurde zur Controle das Kaliumplatinchlorid unter Zusatz von Oxalsäure anhaltend geglüht, mit Wasser ausgelaugt, und das rückständige Platin bestimmt; das Filtrat wurde auf seine Reinheit, d. h. Abwesenheit von Natron, geprüft. So z. B. ergaben am 23. November $1^1/_2$ Liter Wasser vom Himbselhaus: 0,665 Chloralkalien, 0,858 Kaliumplatinchlorid und 0,349 Platin. Aus dem Kaliumplatinchlorid berechnen sich 0,1652 Kali, aus dem Platin 0,1668.

Den Anlass zu diesen Untersuchungen gab eine Analyse von Brunnenwässern der Stadt München, welche Dr. Feichtinger im Jahre 1855 ausgeführt hatte, die aber bisher nicht veröffentlicht wurde.

Diese Untersuchung umfasst 7 Brunnen, wovon 2 am nordöstlichsten, und 2 am südwestlichsten Ende der Stadt liegen. Die vorgefundene Analyse ist folgende:

Analyse von Brunnenwässern der Stadt München; sämmtlich den 31. Mai 1855 geschöpft.

Die Zahlen bedeuten den Gehalt in Grammen auf 1 Liter Wasser.

	Maistrasse Nr. 21 oberhalb der Gasfabrik.	Maistrasse Nr. 3 und 4 unterhalb der Gasfabrik.	Glockenstrasse Nr. 8.	Himbsel-Haus am Dultplatz.	Glücksstrasse Nr. 9a.	Amalienstrasse Nr. 51.	Amalienstrasse Nr. 28.
Rückstand bei 150° getrocknet	0,655	0,576	0,395	0,499	0,589	0,633	0,560
In Wasser wieder löslicher Theil	0,229	0,116	0,048	0,133	0,192	0,234	0,200
Kalimenge	0,00164	0,00101	0,00057	0,00072	0,00106	0,00153	0,00136

Am 3. Februar 1865 bestimmte ich die Rückstandsmengen dieser Brunnenwässer und erhielt die Werthe

0,97	1,04	0,83	2,14	0,52	0,90	0,88

Eine erneute Analyse gab folgende Resultate:

Analyse von Brunnenwässern der Stadt München, sämmtlich am 16. November 1865 geschöpft.

	Maistrasse Nr. 21.	Maistrasse Nr. 3 und 4.	Glockenstrasse Nr. 8.	Himbselhaus.	Glücksstrasse Nr. 9a.	Amalienstrasse Nr. 51.	Amalienstrasse Nr. 28.
Rückstand bei 150° getrocknet	1,830	0,900	0,750	1,962	0,895	0,857	0,890
In Wasser wieder löslicher Theil	1,215	0,460	0,377	1,425	0,457	0,465	0,477
Kalimenge	0,083	0,043	0,025	0,0875	0,0675	0,033	0,0407
Natronmenge	0,239	0,018	0,029	0,135	0,0925	0,057	0,060

In dem kurzen Zeitraume von 10 Jahren haben sich diese 7 Wässer gänzlich verändert; während die Kalimenge damals nahezu Null war, so beträgt sie jetzt einen bedeutenden Theil des Gesammtrückstandes. Man findet überhaupt durchgehends, dass bei einer Zunahme der Rückstandsmengen der Gehalt an Alkalien sich in einem ungemein rasch wechselnden Verhältniss steigert; so beträgt z. B. bei einer Quelle bei Wien*), welche 0,284 Grmm. Rückstand per Liter giebt, die Summe der schwefelsauren Alkalien nur den 19. Theil des Gesammtrückstandes, dagegen bei einem Brunnen von 0,923 Grmm. Rückstand per Liter schon den 4. Theil. Ein ähnliches Verhältniss stellt sich in Dorpat**) heraus; es entspricht dort

Grmm. per Cubikmeter

einer Gesammtsalzmenge von	522,7	750,0	951,4	1304,2	2301,3
einem Alkaliengehalt von	26,3	61,0	91,2	172,7	397,8

In der Maistrasse Nr. 21 befindet sich eine Wagenschmier-Fabrik, welche wohl das Hauptmaterial zur Verschlechterung ihres

*) Bericht über die Erhebungen der Wasserversorgungs-Commission des Gemeinderaths der Stadt Wien. 1864.

**) Die Wasserversorgung Dorpats, eine hydrologische Untersuchung von Professor Dr. C. Schmidt.

Wassers beigetragen hat; dasselbe ist verdünnte Sodalösung, denn es reagirt geradezu stark alkalisch. Das Himbsel-Haus ist so stark bevölkert, dass ein bedeutender Zufluss von Auslaugungsprodukten zum Trinkwasser leicht begreiflich ist; es finden in diesem sehr wenig benutzten Brunnen selbst in kurzer Zeit bedeutende Schwankungen sowohl in der Menge des Gesammtrückstandes, als auch in der der Alkalien statt, so war

	Rückstands-menge.	Kali.	Natron.
am 2. November 1865	1,860	0,0766	0,110
„ 16. „ „	1,962	0,0875	0,135
„ 23. „ „	2,080	0,1101	0,1431
„ 2. Dezember „	1,947	0,078	0,1287
„ 16. „ „	2,254	0,0862	0,178
„ 29. „ „	2,664	0,116	0,1781
„ 12. Januar 1866	3,266	0,1522	0,2788
„ 26. „ „	3,260	0,134	0,321

Auf je 100 Gewichtstheile der Rückstandsmenge trifft hiernach

	Kali.	Natron.
am 2. November	4,11 %	5,91 %
„ 16. „	4,46	6,88
„ 23. „	5,29	6,88
„ 2. Dezember	4,00	6,61
„ 16. „	3,82	7,90
„ 29. „	4,32	6,70
„ 12. Januar 1866	4,66	8,50
„ 26. „	4,11	9,81

Da diese 7, ziemlich salzreichen Brunnenwässer einen so bedeutenden Alkaliengehalt zeigten, schien mir zur Vergleichung die Analyse reinerer Wässer nöthig. Ich wählte hiezu 2 Brunnen am äussersten Ende der Stadt in der Marsstrasse Nr. 5, bei denen ich schon im Oktober 1864 den Rückstand bestimmt hatte. Damals gab

Brunnen I 0,500 Gramm Rückstand,
„ II 0,440 „ „

Am 23. November 1865 ergab

	Rückstand	NaO	Kali	
Brunnen I	0,460 Grmm. Rückstand,	0,0082 NaO,	u. 0,0106 Kali	per Liter
„ II	0,445 „ „	0,0074 „	„ 0,0093 „	
daher im Mittel aus I u. II	0,4525 „ „	0,0078 „	„ 0,00995 „	

Nehmen wir die Mittelzahlen als Einheit, und vergleichen damit obige 7 Analysen vom 16. November; so enthält, annähernd berechnet, der Brunnen in der:

Maistrasse Nr. 21 die 4fache Menge Gesammtrückstand, die 8fache Kali und die 30fache Natron.

Maistrasse Nr. 3 die 2fache Menge Gesammtrückstand, die 4fache Kali und die $2^{1}/_{2}$fache Natron.

Glockenstrasse Nr. 8 die $1^{2}/_{3}$fache Menge Gesammtrückstand, die $2^{1}/_{2}$fache Kali und die $3^{2}/_{3}$fache Natron.

Himbselhaus die $4^{1}/_{3}$fache Menge Gesammtrückstand, die $8^{2}/_{3}$fache Kali und die 17fache Natron.

Glückstrasse Nr. 9a die 2fache Menge Gesammtrückstand, die $6^{2}/_{3}$fache Kali und die 12fache Natron.

Amalienstrasse Nr. 51 die 1,9fache Menge Gesammtrückstand, die $3^{1}/_{3}$fache Kali und die $7^{1}/_{3}$fache Natron.

Amalienstrasse Nr. 28 die 2fache Menge Gesammtrückstand, die 4fache Kali und die 8fache Natron.

Berechnet man, den wie vielsten Theil des Gesammtrückstandes die Kali- und Natron-Menge in Procenten beträgt, so ergibt sich für

Marsstrasse (Mittelwerth) für je 100 Gewichtstheile des Gesammtrückstands 1,72 % Natron und 2,2 % Kali.

Maistrasse Nr. 21 für je 100 Gewichtstheile des Gesammtrückstands 13,0 % Natron und 4,5 % Kali.

Maistrasse Nr. 3 für je 100 Gewichtstheile des Gesammtrückstands 2,0 % Natron und 4,8 % Kali.

Glockenstrasse Nr. 8 für je 100 Gewichtstheile des Gesammtrückstands 3,8 % Natron und 3,3 % Kali.

Himbselhaus für je 100 Gewichtstheile des Gesammtrückstands 6,9 % Natron und 4,4 % Kali.

Glücksstrasse Nr. 9a für je 100 Gewichtstheile des Gesammtrückstands 10,3 % Natron und 7,5 % Kali.

Amalienstrasse Nr. 51 für je 100 Gewichtstheile des Gesammtrückstands 6,6 % Natron und 3,8 % Kali.

Amalienstrasse Nr. 28 für je 100 Gewichtstheile des Gesammtrückstands 6,7 % Natron und 4,5 % Kali.

Aus dieser Zusammenstellung nach Procenten ersieht man, dass die Menge des Natrons zwischen doppelt so weiten Grenzen schwankt, wie die des Kalis; bei obigen 7 Analysen vom 16. November überwiegt, mit Ausnahme des Brunnens in der Maistrasse Nr. 3, das Natron die Kalimenge. Der Harn des Menschen ist natronreicher, wie der der Thiere; bei überwiegend menschlicher Bevölkerung wird desshalb die das Brunnenwasser verunreinigende Lauge mehr Natronsalze enthalten als bei vorherrschend thierischer, welche hauptsächlich Kalisalze producirt. So enthielt ein Brunnen in der Sendlinger Landstrasse Nr. 34, der seit längerer Zeit durch die zufliessende Lauge eines Pferdestalls ein verunreinigtes, tief gelb gefärbtes Wasser liefert, am 20. Juli 1864 bei einer Rückstandsmenge von 1,750 Gramm per Liter 0,144 Kali und 0,106 Natron; am 2. November 1865 bei 2,01 Rückstand 0,323 Kali und 0,073 Natron. Im Pferdeharn sind nach Schmidt*) im Durchschnitt 4 Theile Kali auf 1 Theil Natron enthalten*); bei diesem Brunnen war am 20. Juli 1864, als die ersten Klagen über Verschlechterung dieses Wassers kamen, das Verhältniss von Kali zu Natron, wie 4 zu 3, bei einer erneuten Analyse am 12. Dezember 1864 wie 4 zu 2,7 und am 2. November 1865 wie 4 zu 0,91; zuletzt also im selben Verhältniss wie im Pferdeharn. (Dass im Pferdeharn das Kali die Natronmenge obwohl in sehr wechselndem Verhältniss, weit überwiegt, während beim Menschen die Natronmenge grösser ist, zeigen auch von mir angestellte Analysen. Ich fand im Harn drei verschiedener Pferde auf je 100 Kali a) 5,1; b) 10; c) 45,9 Natron, also im Durchschnitt auf 100 Kali 20,3 Natron; beim Menschenharn auf 100 Kali a) 179, b) 291,4 Natron, also im Durchschnitt auf je 100 Kali 235,2 Natron.)

Von dem erwähnten Brunnen in der Sendlinger Landstrasse Nr. 34, nebst mehreren benachbarten, führe ich seit dem 20. Juli

*) Die Wasserversorgung Dorpats, Seite 169.

1864 regelmässige Rückstandsbestimmungen aus; dieselben habe ich bereits mitgetheilt.

Auf einen Punkt möchte ich noch schliesslich aufmerksam machen. Die Menge des festen Rückstandes, und vor Allem die des Kali hat sich innerhalb 10 Jahren bei sämmtlichen Brunnenwässern in den verschiedensten Stadttheilen so vermehrt, dass die Zunahme der Bevölkerung in dieser kurzen Zeit nicht die alleinige Ursache sein kann. Möglicherweise unterliegen diese Verhältnisse bedeutenden Schwankungen innerhalb längeren Zeiträumen, so dass wieder ein Sinken der Kali- und Rückstandsmenge zu erwarten steht. Dies werden fortgesetzte Untersuchungen entscheiden.

Ueber die Verschiedenheiten der Eiweisszersetzung beim Hungern.

Von

Carl Voit.

(Mit einer Curventafel.)

Im Hungerzustande sind die Verhältnisse der Stickstoff-Ausscheidung und der Zersetzung der stickstoffhaltigen Körperbestandtheile am leichtesten zu übersehen, und es lassen sich daran die Veränderungen, welche sich unter andern Bedingungen, namentlich durch die Nahrungszufuhr, einstellen, am einfachsten anreihen.

Das bis zu den Untersuchungen von Bischoff und mir vorliegende Material war in mancher Beziehung ein sehr spärliches.

Frerichs[1]) hatte zwei Beobachtungsreihen, eine von 4 und eine von 5 Tagen, an einem kleinen Hunde, und eine von 3 Tagen an einem Kaninchen ausgeführt. Von Bidder und Schmidt[2]) lag eine einzige, aber musterhafte, bis zum Tode des Thieres fortgesetzte Reihe an einer Katze vor; über eine zweite während 9 Tagen hungernde, dabei aber viel Wasser aufnehmende Katze sind keine nähern Angaben gemacht. Dazu kamen noch die von Bischoff[3]) mitgetheilten Fälle, 4 am Hunde und 2 am Kaninchen gewonnen.

Aus den nachfolgenden Versuchen und Betrachtungen wird hervorgehen, dass man durch obige Arbeiten nur einen Theil der beim Hunger zu beobachtenden Erscheinungen des Eiweissverbrauchs erkannt hatte und erkennen konnte. Man beschränkte sich nämlich

---

[1]) Müll. Arch. 1848. S. 469.

[2]) Die Verdauungssäfte und der Stoffwechsel. 1852.

[3]) Der Harnstoff als Maass des Stoffwechsels. 1853.

meist darauf, die Verschiedenheiten der Stickstoffausfuhr eines hungernden Thieres in einigen auf einander folgenden Tagen zu eruiren, während sich unter wechselnden Bedingungen und Zuständen bei dem gleichen Thiere mannigfache Aenderungen ergeben, deren Bedeutung nur zum Theil die gemeinschaftlichen Untersuchungen von Bischoff und mir aufgedeckt hatten.

Um bei einem hungernden Organismus die Stickstoffabgabe und daraus die Grösse des Eiweissverbrauches zu bestimmen, braucht man nur auf die Stickstoffausscheidung durch die Nieren Rücksicht zu nehmen, diejenige durch den Darm und andere Organe kann, ohne dass man einen irgend in Betracht kommenden Fehler begeht, vernachlässiget werden. Bei Beschreibung der Methode der Untersuchung [1]) sind nämlich zunächst 7 Versuche mitgetheilt worden, welche lehren, dass der Stickstoffgehalt des beim Hunger abgeschiedenen Harns durch die Liebig'sche Harnstofftitrirmethode sehr genau bestimmt werden kann. Fernerhin wird zwar bei Entziehung von fester Nahrung auch etwas Koth gebildet, die Menge desselben ist aber ausserordentlich klein. Bidder und Schmidt haben bei ihrer hungernden Katze beinahe täglich dünnbreiige, hellgraugrüne, sehr schleimreiche Fäces auftreten sehen, die im Mittel 0.83 Grmm. im Tag im trockenen Zustande wogen. Dies ist jedoch nach meinen Erfahrungen nicht die Regel; denn ich habe niemals weder beim Hunde noch der Katze während der Inanition Diarrhöen beobachtet. Eine 13 Tage lang hungernde Katze liess nur bei Beginn des 2. Tags 17 Grmm. sehr festen Koths, der dem Ansehen nach mit aller Sicherheit zur vorausgehenden Fütterung mit Fleisch gehörte, während der übrigen 12 Tage keinen. Auch bei den Hunden ist das Gleiche der Fall. Ich habe bei einem 30 Kilogrmm. schweren Hunde 2 mal die Menge des beim Hunger abgesonderten Koths bestimmt, indem ich den schwarzen zähen wie Koth nach reiner Fleischnahrung aussehenden Hungerkoth durch vor- und nachherige Darreichung von abgeschabten Knochen, welche den bekannten weissen bröcklichen Koth geben, genau abgrenzte. Ich erhielt so einmal für 8 Tage 19.3 Grmm. = im Tag 2.41 Grmm.

---

[1]) Diese Zeitschrift. I. Bd. S. 118 u. 120.

bei 100° trockener Substanz, in der aber ziemlich viel Haare enthalten waren, und ein ander Mal in einem Zeitraum von 6 Tagen 8.2 Grmm. = im Tag 1.36 Grmm.; im Mittel also im Tag 1.88 Grmm. feste Substanz. Da die letztere nach einer von mir angestellten Analyse 7.96 °/₀ Stickstoff enthält, so befinden sich 0.15 Grmm. Stickstoff im 24stündigen Hungerkoth, entsprechend 0.9 Grmm. trockenem Eiweiss oder 4 Grmm. feuchtem Fleisch. Bei der 13 Tage lang hungernden, 3 Kilogrmm. schweren Katze fanden sich, nachdem sie am 2. Tage den zur vorausgehenden Fleischfütterung gehörigen Koth entleert hatte, bei der Sektion im Darm 1.9 Grmm. bei 100° trockenen Koths; sie hätte darnach im Tag nur 0.15 Grmm. trockenen Koth gebildet mit 0.01 Grmm. Stickstoff, also 6 mal weniger als das von Bidder und Schmidt benützte Thier.

Auf die Erhaltung alles Harns muss aber namentlich hier die äusserste Sorgfalt verwendet werden, da bei der geringen Quantität desselben (oft nur 30$^{c. c.}$ im Tag) durch einen Verlust kleiner Mengen sehr grosse Fehler entstehen können. Wenn kleinere Thiere, kleine Hunde, Katzen und Kaninchen den Harn in den Käfig gehen lassen, so ist ein beträchtlicher Verlust gar nicht zu vermeiden. Hier ist die Benützung grösserer Thiere, welche gewöhnt worden sind, den Harn nur ausserhalb des Käfigs zu entleeren, so dass man ihn bis zum letzten Tropfen erhält, von der grössten Bedeutung. Dieses Verfahren bietet aber noch einen weitern Vortheil dar; bei kleinen Quantitäten Harn lassen die Thiere denselben in sehr unregelmässigen Zeiträumen, so dass er manchmal einen ganzen Tag über in der Blase zurückgehalten wird. Bidder und Schmidt waren daher genöthigt, die Mengen durch Rechnung auf die seit der vorausgegangenen Ausscheidung verflossenen Stunden gleichmässig zu vertheilen. Die Resultate der frühern Versuche von Bischoff, wo dieser Kunstgriff nicht angewendet wurde, sind desshalb so sehr schwankend und geben kein klares Bild; sein zweiter Hund liess z. B. an 7 Hungertagen nur 3 mal Harn. Zwingt man aber das Thier, alle 24 Stunden seine Blase möglichst zu entleeren, so werden die Schwankungen nur in geringem Grade eintreten, wie aus den nachfolgenden Beispielen zu ersehen ist, bei denen durchaus keine Correktion angewendet wurde.

Betrachten wir nun die Resultate der am Ende dieser Abhandlung in einer Tabelle zusammengestellten, an Hunden und Katzen ausgeführten 33 Hungerreihen, welche grösstentheils zur Lösung bestimmter Fragen neu angestellt, zum Theil auch der frühern Arbeit von Bischoff und mir entnommen worden sind.

I. Auch ohne Eiweisszufuhr wird bis zum Tode Eiweiss im Körper zersetzt.

Wir begegnen zunächst der aus sämmtlichen Untersuchungen sich ergebenden Thatsache, dass beim Hungern bis ans Ende unter allen Umständen, z. B. auch bei dem grössten Fettreichthum des Körpers, immer Harn und mit ihm Stickstoff entfernt wird, der von zersetzten eiweissartigen Substanzen herrührt. Es ist also im Körper ein reichliches Material dieser Stoffe vorhanden, auf dessen Kosten derselbe bei Nahrungsentziehung lebt. Ich wähle mit Absicht den neutralen Ausdruck eiweissartiges Material; denn es ist mir vor der Hand vollkommen gleichgültig, welches Organ den Stickstoff oder das Eiweiss verliert, und in welchem Maasse die einzelnen Organe sich bei der Zerstörung betheiligen und an welchem Orte dieselbe stattfindet. Mag man sich darüber eine Ansicht gebildet haben, welche man will, es wird für die nächstfolgenden Betrachtungen ganz einerlei sein, denn ich bestimme einfach, wieviel der ganze Körper unter gewissen Verhältnissen an Stickstoff einbüsst.

II. Die Grösse der Zersetzungen der stickstoffhaltigen Stoffe beim Hunger ist bei demselben Thier unter verschiedenen Umständen sehr verschieden.

a. In der gleichen Reihe.

Die meisten der Hungerreihen lassen ein allmähliches Sinken der bei Nahrungsentziehung täglich ausgeschiedenen Stickstoff- oder Harnstoffmenge erkennen, was namentlich auch in dem schon erwähnten Versuche von Bidder und Schmidt an der Katze klar hervortritt. Man hatte bis jetzt, vorzüglich auf dieses Beispiel gestützt, angenommen, dass sich immer eine fortschreitende Abnahme ergebe, was aber, wie ich zeigen werde, ein Irrthum ist; dieser Gang der Abnahme findet nur in der bei weitem grössten Mehrzahl der Fälle statt.

Man ersieht die allmähliche Abnahme aus der Zusammenstellung der Harnstoffausscheidung einiger längeren an demselben Hunde angestellten Hungerversuche.

Tag.	Nummer des Versuchs.													
	11.	5.	19.	14.	26.	15.	20.	16.	17.	10.	25.	22.	24.	7.
1.	60.1	37.5	33.6	29.7	27.8	26.5	22.0	19.6	18.8	18.5	15.3	15.0	14.7	13.8
2.	24.9	23.3	26.4	18.2	16.5	18.6	17.1	15.6	14.2	13.6	11.6	10.7	14.1	11.5
3.	19.1	16.7	19.4	17.5	13.3	15.7	12.7	14.9	12.9	12.4	11.6	10.6	13.2	10.2
4.	17.3	14.8	17.6	14.9	11.8	14.9	11.9	13.2	—	11.1	11.2	9.7	—	12.2
5.	12.3	12.6	—	14.2	—	14.8	11.9	12.7	—	—	12.5	—	—	12.1
6.	13.3	12.8	—	13.0	—	12.8	—	13.0	—	—	11.8	—	—	12.6
7.	12.5	12.0	—	12.1	—	12.9	—	—	—	—	—	—	—	11.3
8.	10.1	—	—	12.9	—	12.1	—	—	—	—	—	—	—	10.7
9.	—	—	—	—	—	11.9	—	—	—	—	—	—	—	10.6
10.	—	—	—	—	—	11.4	—	—	—	—	—	—	—	—

Es frägt sich, wodurch das allmähliche Sinken im täglichen Eiweissverbrauch bedingt wird? Wenn im Organismus auch ohne Nahrungszufuhr noch stickstoffhaltige Stoffe vorhanden sind, von denen unter den gegebenen Bedingungen zersetzt wird, so muss deren Menge von Tag zu Tag abnehmen und es kann wohl keinem Zweifel unterliegen, dass die Abnahme der Masse mit der Abnahme der Zersetzung in irgend einem Zusammenhange steht. Ich constatire daher, dass im Allgemeinen bei ein und derselben Hungerreihe mit der Menge von im Körper befindlichen eiweissartigen Substanzen auch deren Umsetzung wächst. Bischoff und ich haben in unserer gemeinschaftlichen Untersuchung diesen Satz zuerst bestimmt ausgesprochen und ihn auf die Gesammtmasse der stickstoffhaltigen Bestandtheile im Körper bezogen; ich spreche jetzt von einem Material verbrennbaren Eiweisses, zu dessen Lieferung möglicherweise alle stickstoffhaltigen Stoffe des Körpers beitragen können, vielleicht aber nur ein Theil derselben.

b. In verschiedenen Reihen.

Vergleicht man die Harnstoffquantitäten der einzelnen Reihen obiger Tabelle mit einander, so sieht man, trotzdem dass sie am gleichen Thiere angestellt worden sind, nicht die mindeste Ueber-

einstimmung, namentlich sind die an den ersten Hungertagen ausgeschiedenen Mengen ausserordentlich verschieden. So begegnen wir am ersten Tage Schwankungen von 14 bis 60 Grmm. Harnstoff unter ganz normalen Verhältnissen. Auch für diese Thatsache kann es nach den folgenden Auseinandersetzungen keine andere Erklärung geben, als die, welche Bischoff und ich aufstellten; wir sagten, die Grösse der Zersetzung richtet sich nach dem jeweiligen Zustande des Körpers, ein gut genährter, an Eiweiss reicher setzt mehr um, als ein weniger gut genährter.

Frerichs hatte zuerst bemerkt, dass ein kleiner Hund, welcher durch Hunger und stickstofffreie Kost sehr herabgekommen war, beträchtlich weniger Harnstoff entleerte; er suchte dies aus einer Abnahme der Blutconcentration beim Hunger zu erklären, von der die Grösse des Umsatzes abhängig sei, woraus man nur ersieht, wie weit man noch im Jahre 1848 von richtigen Vorstellungen über die Bedingungen der Zersetzungen entfernt war. Darauf machte Bischoff ähnliche Erfahrungen; sein Hund schied bei einem Gewicht von 25 Kilogrmm. täglich im Mittel 14 Grmm. Harnstoff beim Hunger aus, nach reichlicher Fütterung mit Fleisch bei einem Gewicht von 35 Kilogrmm. 20 Grmm. und bei einem Gewicht von 41 Kilogrmm. 21 Grmm. Harnstoff; er bezog darnach zuerst die Differenzen auf eine Verschiedenheit in der Menge des Eiweisses im Körper. Diese Ansicht wurde von uns beiden sicher gestellt und wird durch die neuen von mir ausgeführten Experimente, auf welche ich den grössten Werth lege, in ihren Einzelnheiten erwiesen.

Wenn wir an den spätern Hungertagen wegen Abnahme des Materials stickstoffhaltiger Stoffe die Harnstoffmenge allmählich sich verringern sehen, so wird man vor Allem daran denken, die Unterschiede zu verschiedenen Zeiten ebenfalls aus einer ungleichen Menge der Masse derselben abzuleiten. Sehen wir zu, ob wir in den Versuchen sichere Anhaltspunkte dafür finden.

Nehmen wir die ersten 6 Tage der grösseren Reihen, so bekommen wir folgende Harnstoffmengen:

Nummer des Versuchs.	Harnstoffmenge in 6 Tagen.	Vorausgehende Nahrung.
7	72.4	gemischtes Fressen.
25	74.0	gemischtes Fressen.
16	89.0	Brod.
15	103.3	1500 Fleisch.
14	107.5	1500 Fleisch.
5	117.7	1800 Fleisch und 250 Fett.
1	121.5	1800 Fleisch.
11	147.0	2500 Fleisch.

Es ist nicht zu verkennen, dass in gleicher Zeit dann mehr Harnstoff erscheint und mehr Eiweiss zersetzt wird, wenn durch die vorausgehende Nahrung mehr stickstoffhaltige Substanz aufgenommen worden ist.

Am auffallendsten sind jedoch die Unterschiede der Zahlen des ersten Hungertages. Ich stelle in Folgendem das Ergebniss von 20 Versuchen mit Bemerkungen über die vorhergehende Nahrung zusammen.

Nummer des Versuchs.	Harnstoffmenge am 1. Tag.	Körperzustand und Nahrung vorher.
13	8.3	nach Hunger 700 Stärke.
12	9.6	gemischtes Fressen.
2	9.9	nach Hunger wenig Fleisch mit Stärke und Fett.
7	13.8	nach Hunger gemischtes Fressen.
24	14.7	gemischte Kost.
6	14.8	längere Zeit gemischte Kost.
22	15.0	gemischte Kost.
25	15.3	gemischte Kost.
4	16.9	absteigende Fleischmengen, zuletzt 176 Grmm.
10	18.5	nach Hunger 800 Fleisch und 200 Fett.
17	18.8	gemischte Kost.
16	19.6	nach viel Fleisch 6 Tage lang Brod.
9	19.8	800 Fleisch und 200 Fett.
8	20.2	nach gemischter Kost 4 Tage 1500 Fleisch.
1	24.5	nach Brod 7 Tage 1800 Fleisch.
15	26.5	nach Hunger 16 Tage 1500 Fleisch.
14	29.7	1500 Fleisch.
19	33.6	2000 Fleisch.
5	37.5	1800 Fleisch und 200 Fett.
11	60.1	2500 Fleisch.

Auch hier machen wir die nämliche Erfahrung wie eben vorher; die Eiweissmenge, die beim Hunger verbrennt, ist im Allgemeinen um so grösser, je reichlicher das Thier vorher mit stickstoffhaltigen Stoffen gefüttert worden ist. Das gemischte Fressen besteht aus allerlei Küchenabfällen mit wenig Fleisch und viel Kohlehydraten, die Quantität der stickstoffhaltigen Stoffe ist daher dabei immer gering, ebenso bei Brodkost oder kleinen Quantitäten Fleisch; ungleich bedeutender bei grössern Fleischrationen.

Da nach meinen frühern Darlegungen das nach reichlicher Ernährung mit Eiweiss auftretende Plus der Zersetzung nicht von einem im Darm zurückgebliebenen Rest der vorausgehenden Nahrung oder von im Blute aufgespeicherten stickstoffhaltigen Zersetzungsprodukten herrührt, so sind die höhern Zahlen an den ersten Tagen das Resultat einer stärkern Eiweissumsetzung und es muss dabei der Körper selbst mehr Eiweiss enthalten. Wir bemerken somit hier zum ersten Male, dass sich der Körper desselben Thieres je nach der Qualität und Quantität der vorausgehenden Nahrung in seinem Eiweisszustande sehr ungleich verhält und in Folge davon sehr verschiedene Zersetzungsgrössen darbieten kann.

Bei Aufnahme von Nahrung steigt in den meisten Fällen die Harnstoffmenge mit der Quantität des stickstoffhaltigen Materials im Körper, es ist daher die Harnstoffzahl des ersten Hungertages für gewöhnlich abhängig von der des vorausgehenden Tages, wie die folgende Tabelle zeigt.

Harnstoffmenge am Tag der letzten Nahrungsaufnahme.	Harnstoffmenge am ersten Hungertag.	Differenzen.	Nummer des Versuchs.
180.8	60.1	120.7	11
142.9	33.6	109.3	19
110.8	29.7	81.1	14
101.2	20.2	81.0	8
51.8	19.8	32.0	9
26.2	16.9	9.3	4
16.1	15.4	0.7	18

III. Art der Abnahme des Harnstoffs vom ersten Hungertage an.

Bidder und Schmidt fanden in einer an einer Katze ausgeführten Reihe, bei welcher die Harnmengen auf gleiche Zeiten vertheilt waren, dass an den ersten 3 Tagen die Harnstoffausscheidung sehr rasch sinkt, dann bis zum 9. Tage nahezu constant bleibt und endlich bis zum 16. Tage langsam, an den 2 letzten Tagen aber wieder bedeutend abfällt. Man würde sehr irren, wenn man das Resultat dieses einen Versuchs verallgemeinern und als Norm aufstellen wollte. Die Art der Abnahme ist nämlich in den verschiedenen Reihen sehr ungleich.

Setzt man die Harnstoffausscheidung am ersten Tage der längeren mit demselben Hunde angestellten Hungerversuche gleich 100, so übersieht man die Art der Abnahme derselben in jeder Reihe sehr deutlich.

Tag.	Nummer des Versuchs.					
	7.	16.	15.	14.	5.	11.
1.	100	100	100	100	100	100
2.	83	79	70	62	62	41
3.	74	76	59	59	44	32
4.	88	67	56	50	39	29
5.	86	65	56	48	34	20
6.	90	66	48	44	34	22
7.	81	—	49	41	32	21
8.	77	—	46	43	—	17
9.	76	—	45	—	—	—
10.	—	—	43	—	—	—

Der Verlust des Körpers an stickstoffhaltigen Stoffen durch die Zersetzung vom ersten zum zweiten Hungertage ist darnach bei weitem am grössten bei denjenigen Reihen, bei welchen das Thier vorher reich daran war, denn die obige Tabelle ist nach dem Eiweissreichthum der vorausgehenden Nahrung geordnet. Bei der grössten Menge des Stickstoffs der vorausgehenden Nahrung verhält sich die Harnstoffmenge am ersten zu der am zweiten Hungertage

wie 100:41, bei der geringsten Menge wie 100:83. Das Gleiche setzt sich auch auf die folgenden Tage fort, denn im ersteren Falle sinkt die Zersetzung vom ersten bis zum achten Tage ungleich mehr als im letztern; bei schlecht genährtem Zustand des Thieres ist die allmähliche Abnahme der Eiweisszersetzung nur eine unbedeutende (von 100 auf 77), im entgegengesetzten Zustand aber eine höchst beträchtliche (von 100 auf 17).

Betrachtet man die Tabelle der Harnstoffzahlen (S. 311) genauer, so ersieht man, dass die Harnstoffmenge nicht jeden Tag um dieselbe Grösse sinkt, denn wenn die Differenz vom ersten auf den zweiten Tag z. B. 35.2 Grmm. beträgt, so beträgt sie vom ersten auf den dritten Tag nicht 70.4 Grmm., sondern nur 41.0 Grmm. An den ersten Tagen nimmt der Umsatz des Eiweisses am meisten ab. Er nimmt um so mehr ab, je reicher der Körper durch die vorhergehende Nahrung daran geworden war; in einigen Tagen werden die Differenzen immer kleiner und zuletzt tritt nahezu ein stationärer Zustand ein. Wenn jedoch der Körper arm an Eiweissmaterial ist, so tritt den ersten Hungertag viel weniger Harnstoff aus als bei gut genährtem Stande, die Abnahme der Eiweisszersetzung ist auch in den folgenden Tagen ungleich geringer und sehr bald hat sich dieselbe stationäre Grösse des täglichen Umsatzes eingestellt wie im ersten Falle. Stellt man die Harnstoffzahlen des ersten und sechsten Hungertages der verschiedenen Reihen zusammen, so bemerkt man dem eben Gesagten zufolge in denen des sechsten Hungertages kaum einen Unterschied, während die des ersten höchst beträchtlich von einander abweichen.

Versuchstag.	Harnstoffmengen in Nr.						
	7.	25.	16.	15.	14.	5.	11.
erster Hungertag	14	15	20	26	30	37	60
sechster Hungertag	13	12	13	13	13	13	13

Es muss also in den ersten Tagen die Abnahme an Eiweiss bei reichlichem, von der vorausgehenden Nahrung herrührendem Material ungleich bedeutender sein, um nach sechs Tagen die nämlichen

Werthe der Harnstoffabsonderung zu erreichen, gleichgültig ob am ersten Tage der Nahrungsentziehung 60 oder 14 Grmm. Harnstoff entleert wurden und von welchem Ernährungszustande der Organismus ausging. Die Fleischzersetzung bis zum sechsten Hungertage und die, welche stattfindet, um eine constante Ausscheidung von 12—13 Grmm. Harnstoff zu erreichen, was bei reichlicher Ernährung in 4 oder 5 Tagen, bei wenig reichlicher am zweiten Tage schon eintritt, ist daher sehr ungleich.

Nummer des Versuchs.	Fleischzersetzung bis zum sechsten Hungertage.	Fleischzersetzung bis zur Ausscheidung von 12 Grmm. Harnstoff.
7	992 Grmm.	190 Grmm.
25	1014 „	210 „
16	1219 „	867 „
15	1411 „	1240 „
14	1472 „	1431 „
5	1612 „	1437 „
11	2014 „	1830 „

Damit ist jedoch nicht gesagt, dass bei einer Abscheidung von 12 Grmm. Harnstoff immer die gleiche Eiweissmenge im ganzen Körper sich befindet, also in 6 Tagen ein Körper mit grossem oder mit spärlichem Eiweissmaterial zu derselben Dürftigkeit herabkommt, denn es kann, wie ich noch zeigen werde, bei ganz verschiedener Eiweissmenge am Körper die gleiche Umsetzung stattfinden, so dass also ein eiweissreicher Körper doch längere Zeit täglich 12 Grmm. Harnstoff auszuscheiden vermag, ehe er verhungert.

Wenn man, was ohne berücksichtigenswerthen Fehler geschehen kann, die Harnstoffzahl am sechsten Tage der Inanition gleich 12 setzt und nun die Differenzen in der Ausscheidung der vorausgehenden Tage berechnet, so gewinnt man einen sehr klaren Ueberblick über die allmähliche Veränderung der Eiweisszersetzung in der nämlichen Hungerreihe und bei verschiedenen Reihen mit ungleichem Reichthum des Körpers an Eiweissmaterial.

Tag	Nummer des Versuchs.						
	7.	25.	16.	15.	14.	5.	11.
bei der letzten Nahrung . .	—	—	12.7	98.8	98.8	118.0	168.8
1. Hungertag	1.8	3.3	7.6	14.5	17.7	25.5	48.1
2. „	0	0	3.6	6.6	6.2	11.3	12.9
3. „	0	0	2.9	3.7	5.5	4.7	7.1
4. „	0	0	1.2	2.9	2.9	2.8	5.3
5. „	0	0	0.7	2.8	2.2	0.6	0.3

Man kann sich auch zur Uebersicht die idealen Curven der Harnstoffabnahme der einzelnen Hungerreihen ziehen, nachdem man auf der Abscissenaxe die Zahlen der Harnstoffausscheidung und auf der Ordinatenaxe die Zahl der Hungertage eingetragen hat, wie es von mir auf der beigegebenen Curventabelle geschehen ist.

Man bemerkt bei Betrachtung derselben, dass die Endpunkte aller Curven nahezu auf die gleiche Stelle fallen, obwohl die Anfangspunkte weit von einander liegen. Sämmtliche Curven sind Stücke ein und derselben Curve; ein schlechter genährter Körper verhält sich am ersten Hungertage wie ein besser genährter an einem späteren; je nach dem Zustande des Organismus wird ein anderer Theil der Curve beschrieben. Es ist auch daraus ersichtlich, wie nach vorausgehender starker Eiweisszufuhr im Anfang eine rapide Abnahme der Eiweisszersetzung stattfindet; wie ferner der gleiche langsame Abfall nach reichlicher Ernährung in den spätern Tagen und nach weniger reichlicher in den ersten Tagen vorhanden ist; und wie schliesslich bei beiden Zuständen eine gleichbleibende Zersetzung eintritt.

IV. Nähere Ursachen der ungleichen Eiweisszersetzung beim Hungern.

Man wird die Frage aufwerfen, warum die Zersetzung der eiweissartigen Stoffe beim Hungern so sehr verschieden ist, warum sie auf eine so eigenthümliche Weise, und z. B. nicht täglich um die gleiche Grösse abnimmt, und ob man diesen Modus vielleicht in

Beziehung zur Aenderung in der Menge gewisser Körperbestandtheile setzen kann.

Die Abnahme der Eiweisszersetzung von einem Hungertage zum andern ist durchaus nicht proportional der Abnahme des Eiweissreichthums am ganzen Körper; letzterer ist also keines Falls allein bestimmend für die Grösse des Umsatzes an Eiweiss. Es ist ganz unmöglich, dass der Hund, wenn er am ersten Hungertage 6 mal mehr Fleisch zerstört als am achten, am ersten auch 6 mal mehr Eiweiss am ganzen Körper gehabt habe; oder dass er in der Reihe 7, in welcher er bei einem Gewicht von 33 Kilogrmm. 14 Grmm. Harnstoff ausschied, 4 mal ärmer an Fleisch war, als in der Reihe 11 bei dem nämlichen Körpergewicht und einer Entleerung von 60 Grmm. Harnstoff.

Man kann, ohne einen wesentlichen Fehler zu begehen, annehmen, der zu den Versuchen benützte Hund besitze bei einem mittleren Gewicht von 35 Kilogrmm. 20 Kilogrmm. Fleisch; darnach stellen sich Eiweissumsatz und Eiweissmenge am Körper folgendermaassen:

	Hungertag.	Fleisch am Körper in Grmm.	Fleischumsatz in Grmm.	Theil des zerstörten.
Nr. 11.		20000	2488	$\frac{1}{8}$
	1.	19177	823	$\frac{1}{23}$
	2.	18836	341	$\frac{1}{55}$
	3.	18574	262	$\frac{1}{71}$
	4.	18337	237	$\frac{1}{77}$
	5.	18169	168	$\frac{1}{108}$
	6.	17987	182	$\frac{1}{99}$
	7.	17817	170	$\frac{1}{105}$
	8.	17679	138	$\frac{1}{128}$
Nr. 25.		20000	—	—
	1.	19790	210	$\frac{1}{94}$
	2.	19631	159	$\frac{1}{123}$
	3.	19472	159	$\frac{1}{122}$
	4.	19319	153	$\frac{1}{126}$
	5.	19148	171	$\frac{1}{112}$
	6.	18987	161	$\frac{1}{118}$

	Hunger-tag.	Fleisch am Körper in Grmm.	Fleischumsatz in Grmm.	Theil des zerstörten.
Nr. 7.		20000	—	—
	1.	19910	190	$\frac{1}{105}$
	2.	19753	157	$\frac{1}{126}$
	3.	19613	140	$\frac{1}{140}$
	4.	19446	167	$\frac{1}{116}$
	5.	19281	165	$\frac{1}{117}$
	6.	19109	172	$\frac{1}{111}$
	7.	18955	154	$\frac{1}{123}$
	8.	18809	146	$\frac{1}{129}$
	9.	18665	145	$\frac{1}{128}$

In den ersten Tagen nimmt, namentlich nach vorhergehender reichlicher Fleischzufuhr, die Quantität des zersetzten Fleisches viel rascher ab als die des gesammten Körperfleisches; denn es berechnet sich für:

Nummer des Versuchs.	% Abnahme am Körperfleisch.	% Abnahme des Fleischumsatzes.
11	8	82
25	4	20
7	6	19

Nach einigen Tagen geht jedoch die beiderseitige Abnahme ziemlich proportional. Wenn aber die Harnstoffmenge bei längerm Hungern trotz der fortwährenden Abnahme des Körperfleisches nahezu constant bleibt, so ist also, umgekehrt wie in den ersten Hungertagen, die Abnahme des Körperfleisches rascher als die der Eiweisszersetzung; dies ist aus den Beispielen Nr. 25 und 7 schon ersichtlich, vorzüglich aber aus der noch zu erwähnenden längern Hungerreihe an einer Katze.

Aus dem Allem geht hervor, dass die Eiweisszersetzung bei der Inanition dem Eiweissgehalte des ganzen Körpers durchaus nicht parallel geht. Der benützte Hund zersetzte bei einem Gewicht

von 35 Kilogrmm. mit etwa 20 Kilogrmm. Fleisch beim Hungern 138—822 Grmm. Fleisch im Tag, also einmal den 145., das andere Mal den 24. Theil der ganzen Fleischmasse.

Man könnte ferner meinen, dass zwar nicht die gesammte Eiweissmasse des Körpers die Grösse der Eiweisszersetzung bestimmt, sondern nur ein gewisser Theil davon, etwa der, welcher während des Hungerns bis zum Eintritt des Todes verbrennen kann. Aber auch hier geht es ebenso wie bei der vorigen Betrachtung, die Abnahme der Zersetzung geht damit nicht Hand in Hand; es verbrennt nicht immer der gleiche aliquote Theil der angenommenen Eiweissmenge, sondern Anfangs verbrennt, wie die nachfolgenden Tabellen zeigen, ein ansehnlicherer Theil derselben als an den mittleren Tagen, zuletzt aber wird der Bruchtheil wieder grösser, da die Masse des Zerstörten nahezu gleich bleibt, das vorhandene Material aber fortwährend abnimmt.

Im Beispiel Nr. 11 zersetzte der Hund in 8 Tagen 2321 Grmm. Fleisch; hätte er noch 10 Tage ohne Nahrungszufuhr bei Inanition gelebt und täglich so viel Fleisch wie am achten Tage verbraucht, so hätte dies 3700 Grmm. Fleisch betragen; man kann daraus berechnen, der wievielste Theil des angenommenen Materials von 3700 Grmm. täglich zerstört wird.

Zerstörbares Fleisch in Grmm.	Theil des davon zerstörten.
3700	$\frac{1}{4}$
2877	$\frac{1}{8}$
2536	$\frac{1}{10}$
2274	$\frac{1}{10}$
2037	$\frac{1}{12}$
1869	$\frac{1}{10}$
1687	$\frac{1}{10}$
1517	$\frac{1}{11}$

Im Beispiel Nr. 25 betrug der Fleischumsatz in 6 Tagen 1013 Grmm.; hätte der Körper den Hunger noch 12 Tage ertragen, so wären im Ganzen 2945 Grmm. Fleisch zersetzt worden.

Zerstörbares Fleisch in Grmm.	Theil des davon zerstörten.
2945	$\frac{1}{14}$
2735	$\frac{1}{17}$
2576	$\frac{1}{16}$
,2417	$\frac{1}{16}$
2264	$\frac{1}{13}$
2093	$\frac{1}{13}$

Im Beispiel Nr. 7 wurden in 9 Tagen 1436 Grmm. Fleisch zersetzt, in 18 wären also nach obiger Annahme 2741 Grmm. verbraucht worden.

Zerstörbares Fleisch in Grmm.	Theil des davon zerstörten.
2741	$\frac{1}{14}$
2551	$\frac{1}{16}$
2394	$\frac{1}{17}$
2254	$\frac{1}{13}$
2087	$\frac{1}{13}$
1922	$\frac{1}{11}$
1750	$\frac{1}{11}$
1596	$\frac{1}{11}$
1450	$\frac{1}{10}$

Es ist demnach auch die Masse des bis zum Verhungern verbrennenden Eiweissmaterials kein Maass für die Zersetzung, so wenig wie die Gesammteiweissmenge am Körper.

Zur Erkennung der Ursachen des ungleichen Umsatzes an Eiweiss muss man vor Allem darauf achten, dass der Verbrauch nach vorausgehender reichlicher Eiweissaufnahme so auffallend grösser ist, und ferner, dass bei gleicher Abnahme des Körpers an Eiweiss in den ersten Hungertagen die Differenz in der Eiweisszersetzung so bedeutend ist, während später trotz beständiger Eiweissabnahme täglich nahezu die gleiche Menge verbraucht wird.

In Nr. 11 nimmt der Hund in den letzten 4 Tagen (5., 6., 7., 8. Hungertag) um 658 Grmm. Fleisch ab und zeigt dabei eine Harnstoffdifferenz von nur 2.2 Grmm., während dieselbe vom ersten zum zweiten Tag bei einem Fleischverlust von 823 Grmm. 35.2 Grmm. beträgt. Die Differenz ist also auf gleichen Fleischverlust anfangs 13 mal grösser als später.

In Nr. 15 ist die Harnstoffdifferenz in den 5 letzten Tagen nur 1.4 Grmm., obwohl der Körper unterdessen 837 Grmm. Fleisch eingebüsst hat; in den ersten 3 Tagen dagegen beträgt die Harnstoffdifferenz bei einer Abnahme von 833 Grmm. Fleisch 11.6 Grmm., sie ist also bei gleichem Eiweissverlust anfangs 8 mal bedeutender als später.

In Nr. 7 nimmt der Hund den ersten Tag um 190 Grmm. Fleisch ab und scheidet in Folge davon 2.3 Grmm. Harnstoff weniger aus; an den folgenden 8 Tagen beträgt die Harnstoffschwankung bei der bedeutenden Abnahme von 1246 Grmm. Fleisch nur 0.9 Grmm. Der Unterschied in der Zersetzung ist hier bei gleichem Eiweissverlust anfangs 16 mal grösser als später. Hätte man in Nr. 7 am neunten Hungertage die Fleischmenge, um welche der Körper während 8 Hungertagen abgenommen hat, als Nahrung dargereicht, also 1246 Grmm., so hätte das Thier nicht nur um 0.9 Grmm. Harnstoff mehr, also 11.5 Grmm., sondern wenigstens 70 Grmm. ausgeschieden, wie viele meiner Versuche zeigen.

Alle diese Thatsachen lehren uns aufs Bestimmteste, dass nicht sowohl die ganze Masse des Eiweisses am Körper, sondern vielmehr die Eiweissmenge der vorausgegangenen Nahrung das Bestimmende für die unverhältnissmässige Zunahme des Umsatzes an den ersten Hungertagen ist. Wir lernen hiemit zwei verschiedene Momente kennen, die von Einfluss auf den Eiweissverbrauch beim Hungern sind; ein sehr variables, in der ersten Zeit wirkendes und von der vorausgehenden Nahrung oder dem ganzen Zustande des Körpers abhängiges, welches die Zersetzung ganz unverhältnissmässig vermehrt, und ein constant bleibendes, nach dem Aufhören des ersteren allein thätiges. Die Wirkung des letzteren tritt hervor, wenn nach längerer Hungerszeit nahezu eine Proportionalität zwischen Körpereiweiss und Zersetzung sich hergestellt hat; kommt aber das Eiweiss in der Nahrung dazu oder wirkt dieses in den ersten Hungertagen noch mit, so ist das Verhältniss zwischen Eiweiss im Körper und der Menge des Zerstörten ein ganz anderes, und es erscheinen die Zersetzungsprodukte um so reichlicher, je überwiegender der erste Faktor, der der vorausgehenden Eiweissmenge der Nahrung, sich geltend macht. Unter dem Einflusse des einen Faktors, welcher nach vorheriger reichlicher

Nahrung erst vom vierten bis fünften Tage der Inanition an, nach kärglicher aber gleich vom ersten Tage an ausschliesslich wirkt, werden bei unserm Thiere nahezu constant 12 Grmm. Harnstoff erzeugt; es muss hier täglich annähernd die gleiche Eiweissmenge unter die Bedingungen gerathen, bei denen die Zersetzung stattfindet. Wenn in der ersten Zeit 1000 Grmm. Fleisch von der vorausgehenden Nahrung zur Verfügung stehen, so werden diese in kürzester Zeit, grösstentheils am ersten Tage verbrannt; vom fünften Hungertage an werden täglich ohngefähr noch 15 Tage lang nur etwa 160 Grmm. zersetzt, obwohl schon am fünften Tage die in dieser Zeit sich zersetzenden 2400 Grmm. Fleisch vorhanden waren. Das Eiweiss der Nahrung kommt also zu der constanten kleinen Eiweissmenge dazu, d. h. nicht unter die Bedingungen wie die Hauptmassé des am Körper befindlichen Eiweisses, sondern wie der kleine Bruchtheil desselben, der binnen 24 Stunden der Zersetzung unterliegt. Man kann den in den spätern Hungertagen allein wirkenden Faktor (durch Subtraktion der unter seinem Einflusse gelieferten Harnstoffmenge von der der ersten Tage) eliminiren und so die Wirkung des andern Faktors rein darlegen. Es fällt dann stets ein bestimmter Bruchtheil des von der vorausgehenden Nahrung abhängigen vorräthigen Eiweisses der Zersetzung anheim; es ist also der Umsatz proportional der Menge desselben. Die folgende Tabelle gibt an, wie viel von 100 Theilen des an dem betreffenden Tage noch vorhandenen oben bezeichneten Vorrathes zerstört wird.

Versuchs-Nummer.	Als Subtrahend gebrauchte Harnstoffmenge.	Von 100 Vorrath werden zerstört am	
		1—2. Tag.	2—3. Tag.
5	12.6	63	65
10	11.1	66	66
11	12.3	66	52
14	14.9	71	56
15	14.9	72	82
16	13.2	61	60
19	17.6	60	82
20	11.9	63	86
22	9.7	73	53
26	11.8	72	72
27	10.9	68	71
28	12.3	71	80

Wir erhalten so im Mittel gegen 70 %; die Zahlen zeigen zwar Differenzen, jedoch muss man bedenken, dass der kleinste Fehler in der richtigen Harnstoffzahl, der bei der Schwierigkeit, allen auf den Tag treffenden Harn genau abzugrenzen, bis jetzt nicht zu vermeiden ist, schon zu bedeutenden Abweichungen Veranlassung gibt.

Wir haben eine gewisse Eiweissmenge im Vorrathe im Körper, welche durch vorausgehende reichliche Eiweisszufuhr sehr vermehrt wird und von der ein grosser Bruchtheil (etwa 70 %) der Zerstörung anheimfällt, und eine andere, welche die übrige Eiweissmenge im Körper repräsentirt, das eigentliche Organeiweiss, das in viel grösserer Masse vorhanden ist als ersteres, von dem aber im Tag nur ein geringer Bruchtheil (etwa 1 %) unter die Bedingungen der Zersetzung kommt. Die Quantität des Fleisches, welche das Organeiweiss unseres Hundes bildet, beträgt etwa 20 Kilogrmm., von denen täglich 160 Grmm. = 0.8 % verbrennen; die dem Vorrathseiweiss entsprechende Fleischmenge macht höchstens 1 Kilogrmm. aus.

Da von dem Organeiweiss nur ein so geringer Theil verbraucht wird, so bringen grosse Aenderungen in der Menge desselben nur geringe Unterschiede hervor; desshalb sehen wir an den späteren Hungertagen auch bei den verschiedensten Zuständen des Körpers eine ziemlich constante Harnstoffmenge erscheinen. Das rasche Sinken der Harnstoffquantität an den ersten Tagen kommt von der schnellen Abnahme des Vorrathseiweisses her, das je nach der vorausgehenden Nahrung in sehr ungleicher Menge vorhanden sein kann; ist der Vorrath nach spärlicher Ernährung gering, so wirkt gleich beinahe ausschliesslich das Organeiweiss und es wird schon am ersten Tage eine von der durch das Organeiweiss producirten Harnstoffmenge (12 Grmm.) wenig verschiedene Zahl auftreten.

Ich will mit den Ausdrücken Organeiweiss und Vorrathseiweiss nicht sagen, dass das letztere nicht auch im Organe sei; in den spätern Hungertagen verbrennt täglich ein bestimmter kleiner Bruchtheil (nicht immer ganz der gleiche) des im ganzen Körper vorhandenen Eiweisses, dies Eiweiss nenne ich das Organeiweiss; durch die Nahrung kommt Eiweiss in den Körper, von dem aus noch unbekannten Ursachen ein ungleich grösserer Theil den Bedingungen der Zerstörung unterliegt; dieses Eiweiss ist das Vorrathseiweiss.

Es kommt also für die Zersetzung nicht auf die im Körper überhaupt befindliche Eiweissquantität an, sondern darauf, wieviel davon zu dem stabileren Organeiweiss und wieviel zu dem rasch zu Grunde gehenden Vorrathseiweiss gehört; die beiden miteinander bilden das verbrennbare Material an Eiweiss. Dies ist eine der wichtigsten Erfahrungen, welche die Erklärung der Vorgänge bei der Zersetzung, die wir später versuchen werden, wesentlich fördern hilft.

V. Einfluss des Fettes am Körper auf den Eiweissumsatz beim Hungern.

Durch die vorausgehenden Betrachtungen haben wir erst einen der beim Hungern für die Zersetzung der eiweissartigen Stoffe maassgebenden Einflüsse, den des Eiweisses am Körper, kennen gelernt. Es kommt zunächst noch ein anderes Moment hinzu, das der Wirkung des ersteren scheinbar entgegen arbeitet. Eine Reihe von Beobachtungen führt uns darauf.

Ich habe eine Katze 13 Tage lang hungern lassen (Nr. 33). Der Körper des Thiers nahm dabei im Mittel im Tag um 74 Grmm. ab; davon wurden 32 Grmm. durch Haut und Lungen und 42 Grmm. durch den Harn, in welchem 4.6 Grmm. Harnstoff, entsprechend 62 Grmm. Fleisch, sich befanden, ausgeschieden. In den ersten 2 Hungertagen sank, wie es regelmässig nach reichlicher Fleischnahrung der Fall ist, die Harnstoffausscheidung rasch und blieb dann 7 Tage lang ziemlich constant, in den letzten 4 Tagen aber stellte sich zu meinem grössten Erstaunen eine beträchtlich stärkere Ausscheidung ein, so dass die letzten beiden Tage sogar höhere Zahlen zeigen als der erste Hungertag.

Ich stelle zum Vergleiche die von mir an der Katze erhaltenen Zahlen neben die von Bidder und Schmidt[1]):

---

[1]) Bidder und Schmidt, die Verdauungssäfte und der Stoffwechsel, 1852.

Tag.	Meine Katze.	Katze von Bidder und Schmidt.	Harnstoff des ersten Tags = 100.	
			Meine Katze.	Katze v. Bidder und Schmidt.
vorher	18.3 Gr. Harnstoff.	16.7 Gr. Harnstoff.		
1.	5.7 „ „	7.9 „ „	100	100
2.	4.5 „ „	5.3 „ „	79	67
3.	3.9 „ „	4.2 „ „	68	53
4.	3.7 „ „	3.8 „ „	65	48
5.	3.8 „ „	4.7 „ „	67	60
6.	3.7 „ „	4.3 „ „	65	55
7.	4.1 „ „	3.8 „ „	72	48
8.	4.2 „ „	3.9 „ „	73	49
9.	4.1 „ „	4.0 „ „	72	51
10.	4.7 „ „	3.3 „ „	82	41
11.	4.7 „ „	2.9 „ „	82	37
12.	6.1 „ „	2.7 „ „	107	34
13.	6.1 „ „	3.4 „ „	107	43
14.	—	3.4 „ „	—	43
15.	—	2.9 „ „	—	37
16.	—	3.0 „ „	—	38
17.	—	1.6 „ „	—	20
18.	—	0.8 „ „	—	9

Woher rühren die Verschiedenheiten der beiden Reihen und woher kommt namentlich die schliessliche Vermehrung der Zersetzung der stickstoffhaltigen Stoffe in der meinigen?

Die Katze von Bidder und Schmidt erhielt vor der Hungerperiode während 8 Tagen je 233 Grmm. Fleisch als Nahrung, das aber noch ziemlich viel Fett einschloss, so dass dabei im Ganzen 143 Grmm. Fett angesetzt werden konnten. Sie wog am Anfang des Hungers 2464 Grmm., am 14. Tag 1518 und am 18. Tag 1241 Grmm.; während der 13 ersten Hungertage hatte sie 946 Grmm. = 38 % an Gewicht abgenommen und dabei 54.2 Grmm. Harnstoff (742 Grmm. feuchtem und 178.8 Grmm. trockenem Fleisch entsprechend) entleert.

Meine Katze frass vor dem Hungern 13 Tage lang je 250 Grmm. ganz reines fettfreies Fleisch. Ihr Körpergewicht betrug bei Beginn der Inanition 3105 Grmm., am 14. Tage derselben 2119 Grmm.; sie hatte in 13 Tagen mit Berücksichtigung von 16 Grmm. Koth

und 15 Grmm. Harn im Körper 1017 Grmm. = 33 % an Masse eingebüsst und in 59.3 Grmm. Harnstoff 812 Grmm. feuchtes oder 195.7 Grmm. trockenes Fleisch zersetzt.

Bis hierher sind keine wesentlichen Differenzen zwischen beiden Thieren zu erkennen. Die Sektion aber gab genügende Aufschlüsse; meine Katze wurde ungleich fleischreicher gefunden als die von Bidder und Schmidt. Als Anhaltspunkte für den Fleischgehalt sollen uns der Einfachheit halber die Muskeln dienen, die übrigen Organe verhalten sich ganz ähnlich und machen in der Betrachtung keinen Unterschied.

In der verhungerten Katze fanden Bidder und Schmidt nur noch 381 Grmm. Muskeln mit 96 Grmm. festen Theilen, am 14. Tage wären daher, nach dem ausgeschiedenen Harnstoff berechnet, unter der Annahme, dass am Fleischverlust die Muskeln, nach der Masse der Organe (abgesehen von den Knochen, dem Balg und dem Fettgewebe) vertheilt, mit 70 % participiren, 493 Grmm. feuchte oder 123 Grmm. trockene Muskelsubstanz (= 32 % des Körpergewichts) vorhanden gewesen und am ersten Hungertage 1013 feuchte oder 248 trockene (= 41 % des Körpergewichts). Der Verlust der Muskeln hätte demnach in 13 Tagen bei Nahrungsentziehung 520 Grmm. wasserhaltige und 125 Grmm. trockene Substanz betragen.

In meiner Katze fanden sich dagegen nach 13tägigem Hungern noch 979 Grmm. feuchte oder 240 Grmm. feste Muskelsubstanz (= 46 % des Körpergewichts); es sind dabei unter obiger Voraussetzung 568 Grmm. feuchter und 137 Grmm. trockener Muskel zersetzt worden, so dass beim Beginn der Hungerreihe 1547 Grmm. Muskeln mit 377 Grmm. festen Theilen am Körper sich befanden (= 50 % des Körpergewichts). Meine Katze hatte also von Anfang an mehr Fleisch an sich, der tägliche Verlust daran war bei beiden Thieren trotz des nicht unbeträchtlichen Unterschieds im Gewicht nahezu derselbe, es blieb also bei der meinigen am 14. Hungertage ungleich mehr übrig.

Beim Hunger lebt der Organismus auf Kosten von Fleisch und Fett. Bei meiner Katze war, wie die Sektion nachwies, alles mit unbewaffnetem Auge sichtbare Fett verschwunden; nach der

Verbrennung des Fettes war daher bei dem Fleischreichthum des Thieres noch eine ganz ansehnliche Menge Fleisch übrig, bei der Katze von Bidder und Schmidt viel weniger.

Obwohl bei meiner Katze die Fleischmenge am Körper immer mehr abnahm, wurde am Ende doch mehr davon zersetzt als am Anfang; es bleibt keine andere Wahl übrig, als anzunehmen, dass das anfangs neben dem Fleisch noch vorhandene Fett das erstere schützte, später aber, nachdem der Körper gegenüber dem Fett relativ reicher an Fleisch geworden war, nicht mehr; die Gegenwart von Fett drückt die Umsetzung des Fleisches herab und der in das Blut aufgenommene Sauerstoff findet später kein anderes Material zur Verbrennung mehr vor als eiweissartige Substanz, deren Umsatz daher steigt, sobald von ihr noch eine genügende Menge vorhanden ist. Diese Umstände können sich natürlich erst an spätern Hungertagen geltend machen; ich habe daher bei den Hunden, die nicht so lange hungerten, nichts dem Entsprechendes beobachten können. Der Organismus muss ausserdem, um eine solche Zunahme in der Harnstoffmenge zu zeigen, sehr reich an Fleisch und relativ arm an Fett sein; denn es ist nicht möglich, dass bei fleischarmem und fettreichem Zustande dies Verhalten bei der allmählichen Fettabnahme während längern Hungerns eintritt, da das Fett in diesem Falle immer im Ueberschuss vorhanden sein wird.

Unter den Versuchen von Frerichs finden sich einige Angaben, welche vielleicht auf ähnliche Weise zu erklären sind. Ein durch Hunger und stickstofflose Kost sehr herabgekommener kleiner Hund entleerte

am	2. Hungertag	1.4	Harnstoff,
„	3.	„	0.8	„
„	4.	„	0.8	„
„	5.	„	2.0	„

Ein Kaninchen hatte ferner

am	1. Hungertag	0.38	Harnstoff,
„	2.	„	1.82	„
„	3.	„	4.20	„

am 4. Tag ging es zu Grunde. Frerichs meint, die auffallend grössere Harnstoffmenge an den späteren Tagen sei krankhaft und komme von den Fieberbewegungen beim Verhungern her. Wenn

aber das Thier sehr fettarm war, so war beim Hungern der Vorrath davon bald verzehrt, und es musste mehr Fleisch zersetzt werden; es würde sich auch so der Tod des Kaninchens am 4. Tage erklären lassen, da diese Thiere den Hunger gewöhnlich länger ertragen können, wenigstens hat Bischoff[1]) ein Kaninchen bei 12tägigem Hungern erhalten, ohne dass der Tod erfolgte.

Ist die für die von mir gefundene Thatsache versuchte Erklärung richtig, nach welcher der im Körper befindliche Fettvorrath unter Umständen auf den Eiweissverbrauch beim Hungern bestimmend einwirkt, so muss in andern Fällen, wenn der Körper im Verhältniss reicher an Fett ist, weniger Eiweiss umgesetzt werden.

Es steht fest, dass ein Zusatz von Fett oder Kohlehydraten zur Fleischnahrung die Zersetzung einer gewissen Fleischmenge aufhebt; in Uebereinstimmung damit wird bei ausschliesslicher Darreichung von Fett oder Kohlehydraten meistens wenig Harnstoff ausgeschieden. Ich glaube aus einigen Beobachtungen schliessen zu dürfen, dass das Gleiche stattfindet, wenn das Fett am Körper schon aufgespeichert ist.

Damit sich aber ein Einfluss des am Körper abgelagerten Fettes auf den Eiweissumsatz geltend machen kann, muss, da es sich nicht um absolute, sondern um relative Mengen handelt, im Körper wenig Fleisch und viel Fett vorhanden sein; ein verhältnissmässiges Ueberwiegen des Fettes über das Fleisch ist nur bei fleischarmem Zustande möglich. Unser Hund entleerte bei fleischarmem und nicht sehr fettreichem Körper am ersten Hungertage wenigstens 14 Grmm. Harnstoff; ich kann aber mehrere erste Hungertage anführen, denen eine starke Fettfütterung vorherging und an denen der Hund auffallend wenig Harnstoff ausschied, nämlich zwei frühere, die Bischoff und ich schon benützten, um den gleichen Beweis zu führen, und einen neuern.

1) In Nr. 2 hatte das Thier 6 Tage (19—25. Oct. 1857) gehungert und dabei Fleisch und Fett verloren; dann erhielt es 3 Tage lang (25—28. Oct.) Stärke allein, wobei es wieder 527 Grmm. an Fleisch, aber wahrscheinlich kein Fett einbüsste; darauf kam eine 11tägige

[1]) Der Harnstoff als Maass des Stoffwechsels. S. 119.

Reihe (28. Oct. — 8. Nov.) mit sehr wenig Fleisch und verschiedenen Mengen von Stärke, die ihn wohl auf seinem Fettbestand erhielt, aber nicht auf dem des Fleisches, denn er gab dabei noch 484 Grmm. Fleisch ab; endlich bekam er zur selben Fleischmenge während 7 Tagen (8—15. Nov.) 50—250 Grmm. Fett, worauf er 410 Grmm. Fleisch verlor, aber sicherlich kein Fett abgab, sondern vielmehr in den letzten Tagen ansetzte. Durch diese Nahrung hatte sich der Körper offenbar sehr geändert, er war nicht nur absolut arm an Fleisch geworden, sondern auch relativ gegenüber dem Fett, denn er hatte seit dem 25. Oct. noch eine Abnahme von 1421 Grmm. Fleisch erlitten, soviel als er in 7 Hungertagen verloren hätte. Es wurden nun am 15. Nov. 1857 beim Hungern nur 9.9 Grmm. Harnstoff entleert, nachdem er den Tag vorher bei 176 Grmm. Fleisch und 250 Grmm. Fett 16.2 Grmm. ausgeschieden hatte.

2) In Nr. 3 hatte der Hund nach reichlicher Fleischnahrung 12 Tage lang geringere Mengen von Fleisch (150—700 Grmm.) mit viel Fett erhalten und dabei 988 Grmm. Fleisch von seinem Körper verloren, Fett aber, wie mit grösster Wahrscheinlichkeit auszusagen ist, in ziemlicher Menge angesetzt; er hatte an Gewicht trotz des fortwährenden Fleischverlustes nicht abgenommen. Er verzehrte nun 2 Tage vor dem Hungern 330 und 350 Grmm. Fett allein, wobei er reicher an Fett, aber um 410 Grmm. ärmer an Fleisch wurde (er entleerte 14.4 und 14.2 Grmm. Harnstoff). Darauf schied er den 17. März 1858 beim Hungern nur 5.8 Grmm. Harnstoff aus, was allein aus dem im Verhältniss zum Fleischgehalt fettreichen Körper zu erklären ist.

3) In Nr. 12 (4. Juni 1861) wurden nach längerm Fressen von viel Brod, Fett und wenig Fleisch nur 9.6 Grmm. Harnstoff am ersten Hungertage ausgeschieden; 2 Tage darauf (Nr. 13) erschienen, nachdem der Hund am 5. Juni 700 Grmm. Stärke gefressen hatte, beim Hungern 8.3 Grmm. Harnstoff, als Beweis, dass die Zahl der Reihe Nr. 12 nicht zufällig war.

Aeltere Thiere sind meistentheils absolut und relativ reich an Fett und erzeugen beim Hungern weniger Harnstoff. Ein fetter Körper hält den Hunger aus demselben Grunde länger aus.

Die geringere Zersetzung von Eiweiss bei Gegenwart von viel Fett am Körper kann mehrere Ursachen haben; es kann das in reichlicher Menge abgelagerte Fett einen grössern Theil des in gewöhnlicher Menge absorbirten Sauerstoffs für sich in Beschlag nehmen, oder es wird dabei aus irgend einem Grunde weniger Sauerstoff ins Blut aufgenommen, oder es geräth weniger Eiweiss als sonst unter die Bedingungen, unter denen die Zersetzung eingeleitet wird, z. B. dadurch, dass unter dem Einflusse des Fettes aus dem Vorrathseiweiss ein Theil zu Organeiweiss wird, von dem ein geringerer Bruchtheil der Zerstörung anheimfällt. Zu entscheiden, welche Ansicht die meiste Wahrscheinlichkeit für sich hat, soll spätern Erörterungen überlassen bleiben.

Man könnte nach diesen Erfahrungen auf den Gedanken kommen, die trotz der beständigen Fleischabnahme in den spätern Hungertagen ziemlich constante Eiweisszersetzung nicht von der Abnahme des sogenannten Vorrathseiweisses, sondern von einer grössern Abnahme des Fettes und einer dadurch hervorgebrachten verhältnissmässigen Fleischvermehrung abzuleiten. Wäre dies der Fall, so müsste die Art der Abnahme der Fleischzersetzung ganz anders ausfallen, wenn man beim Fleischhunger die Abgabe von Fett durch Darreichung von Fett verhindert; es müsste hier eine stetige Abnahme der Zersetzung stattfinden. Ich habe, um diese wichtige Frage zu entscheiden, den Hund mit 1500 Grmm. Fleisch ins Gleichgewicht gesetzt und hierauf demselben während 10 Tagen alle Nahrung entzogen (Reihe 15; 5—15. März 1862); dann habe ich gleich nachher so lange wieder 1500 Grmm. Fleisch gegeben, bis der Körper sich damit abermals im Gleichgewicht befand und darauf (25. März — 4. April 1862) 10 Tage lang je 100 Grmm. Fett gefüttert, die die Fettabgabe vom Körper verhinderten, jedoch nicht die des Fleisches. Ich stelle zur Vergleichung beide Reihen zusammen und auch die Rubriken, in denen die Anfangszersetzung gleich 100 gesetzt ist, um die Art der Abnahme sichtbar zu machen.

Hungertag.	Harnstoffmenge ohne Fett.	Harnstoffmenge mit Fett.	Ohne Fett.	Mit Fett.
vorher	110.8	111.8		
1.	26.5	27.2	100	100
2.	18.6	16.3	70	60
3.	15.7	14.1	59	52
4.	14.9	12.9	56	47
5.	14.8	12.4	56	45
6.	12.8	10.8	48	40
7.	12.9	10.5	49	39
8.	12.1	10.7	46	39
9.	11.9	11.2	45	41
	140.3	126.1		

Man hat in beiden Reihen ganz die nämliche Art der Harnstoffabnahme, nur wird durch das Fett etwas Fleisch erspart, so dass im Ganzen weniger ausgeschieden wird als ohne dasselbe. Es ist also der Modus der Eiweisszersetzung in den ersten 9 Tagen des Hungerns nicht beeinflusst durch die Fettabnahme im Körper, oder vielmehr, es bleibt in den meisten Fällen Fleisch und Fett nahezu im selben Verhältniss. Die Wirkung der Fettabnahme kann, wie schon gesagt, erst später hervortreten, wenn dieselbe schon sehr bedeutend geworden und dann noch Fleisch in genügender Menge vorhanden ist.

VI. Einfluss der aufgenommenen Wassermenge.

Eine starke Aufnahme von Wasser in den Körper hat eine Wirkung auf die Grösse der Harnstoffausscheidung beim Hungern. Bidder und Schmidt geben S. 312 ihres bekannten Werkes über den Stoffwechsel an, dass Wasseraufnahme die Harnstoffmenge bei der Inanition immer etwas steigere, und zwar nicht durch vermehrte Bildung von Harnstoff, sondern durch eine erleichterte Transudation desselben; auf S. 343 sagen sie jedoch, dass ein bedeutender Wasserkreislauf den Stoffumsatz verringere. Ich kann dem letzteren Ausspruche nach meinen Erfahrungen nicht beistimmen; ich habe schon in meinem Aufsatze über die Wirkung

des Kochsalzes (S. 61) einen Versuch mitgetheilt, der beweist, dass bei reichlicher Wasserzufuhr die Harnstoffausscheidung zunimmt. Der zur Kaffeeuntersuchung benützte Hund von 28 Kilogrmm. Gewicht (Nr. II) entleerte bei einer sehr spärlichen Kost, deren Stickstoff im Tag nur 56 Grmm. Fleisch entsprach, nach vorausgehender Brodfütterung in den ersten 4 Tagen:

18.9 Grmm. Harnstoff
15.8 „ „
10.7 „ „
17.1 „ „

Mittel 15.6 Grmm. Harnstoff.

Ein zweites Mal bildete er nach gemischtem Fressen in 2 Hungertagen (Nr. 31, 25. und 26. Aug. 1858) 16.3 und 13.9 Grmm. Harnstoff. In einer dritten Reihe endlich hatte er absteigende Fleischmengen, bis 200 Grmm. im Tag abfallend, erhalten, wobei ihm das Getränk entzogen wurde; darauf hungerte er zwei Tage (Nr. 29); dann erhielt er einen Tag abermals 230 Grmm. Fleisch, dem wieder ein Hungertag (Nr. 30, 29. April 1858) folgte, während dem ihm aber zugleich Wasser vorgesetzt wurde, was er 15 Tage lang entbehrt hatte und von welchem er eine ganz enorme Menge soff. Die Resultate sind folgende:

Fleisch-Aufnahme.	Wasser gesoffen.	Harn.	Harnstoff.	Aenderung im Gewicht.	Haut und Lunge.
200	0	256	28.3	— 280	214
0	0	177	16.7	— 385	207
230	0	250	28.0	— 210	190
0	1957	742	21.3	+ 880	335

Der Einfluss des Wassers ist ein nicht unbedeutender, die Menge des Harns und der Haut- und Lungenprodukte ist ansehnlich vermehrt; das Thier hat, während es den Hungertag vorher 385 Grmm. an Gewicht verlor, hier 880 Grmm. an Gewicht zugenommen; die Harnstoffausscheidung ist entschieden (um etwa 5 Grmm.) grösser, denn in keiner der vorausgehenden Hungerreihen stieg sie

auf 21 Grmm. Die Vermehrung des Harnstoffs muss von einer vermehrten Bildung desselben abgeleitet werden, denn meine Versuche, namentlich die mit Fütterung von Harnstoff, haben gezeigt, dass von einer Zurückhaltung und nachherigen Auswaschung desselben unter den gewöhnlichen Verhältnissen nicht die Rede sein kann.

Das scheinbar entgegengesetzte Resultat von Bidder und Schmidt, die eine Verminderung des Eiweissumsatzes durch bedeutende Wasseraufnahme annehmen, rührt von einer nach den jetzigen Erfahrungen unstatthaften Vergleichung mit einem andern Thier her. Die eine ihrer Katzen, welcher täglich 150 Grmm. Wasser in den Magen gespritzt wurden, entleerte, nachdem sie vorher längere Zeit 150 Grmm. Fleisch im Tag gefressen und dabei 9.9 Grmm. Harnstoff ausgeschieden hatte, vom 3—9. Hungertage bei einem mittlern Gewicht von 2829 Grmm. im Tag in 161 Grmm. Harn 3.5 Grmm. Harnstoff. Dies Resultat verglichen sie mit dem bei einer andern Katze erhaltenen, welche vor der Inanition bei Aufnahme von 230 Grmm. Fleisch im Tag 16.7 Grmm. Harnstoff erzeugte, und bei einem Gewicht von 1966 Grmm. täglich 44.9 Grmm. Harn mit 4.1 Grmm. Harnstoff (als Mittelzahl vom 3—9. Hungertag) producirte. Sie berechnen nun zur Vergleichung auf 1 Kilogrmm. Thier und finden so, dass die erste Katze auf die Gewichtseinheit weniger Harnstoff ausscheidet als die letztere, was sie durch das von der erstern aufgenommene Wasser bewirken lassen. Wenn ich diesen Schluss für unrichtig halte, so bin ich weit entfernt, einen Tadel gegen die verehrten Forscher und Vorgänger auszusprechen; es war damals noch nicht erkannt, dass das Körpergewicht ein und desselben Thieres und zweier verschiedener Thiere in seiner Zusammensetzung zu sehr schwankt, um als Einheit dienen zu können, und dass die vorhergehende Ernährungsweise von grösstem Einflusse ist.

Nach meinen neuern Erfahrungen bewirkt aber eine stärkere Wasseraufnahme nicht unter allen Umständen eine vermehrte Eiweisszersetzung, sondern nur dann, wenn zu gleicher Zeit im Harn mehr Wasser entfernt wird, wie dies im oben angegebenen Beispiel der Fall war.

	Wasser gesoffen.	Harn.	Harnstoff.	Haut und Lunge.	Gewichts-Aenderung.
Nr. 8.					
18. Nov. 1860	0	190	17.9	380	— 570
19. „ „	520	146	18.3	334	+ 40
Nr. 25.					
10. Juli 1865	367	140	11.6	437	— 210
11. „ „	1000	137	11.2	1411	— 548
12. „ „	500	150	12.5	550	– 200

d. h. wenn das Wasser nur dazu dient, am Körper angesetzt zu werden, wie in Nr. 8, oder den durch starke Bewegung (am 11. Juli 1865; Reihe 25) herbeigeführten Wasserverlust zu decken, tritt keine Aenderung in der Harnstoffmenge ein.

Da ich eine Erklärung für die Thatsache, dass das im Körper aufgenommene Wasser meist eine Vermehrung des Eiweissumsatzes bedingt, erst versuchen kann, wenn die nächsten Ursachen der Zersetzung des Eiweisses besprochen worden sind, so verspare ich dies auf den allgemeinen Ueberblick über diese Processe.

VII. Einfluss der Körperbewegung.

Ich habe früher erwiesen, dass bei mechanischen Leistungen des Körpers nur unbedeutend mehr Eiweiss verbraucht wird als bei der Ruhe. Nach den bis dahin allgemein geltenden Vorstellungen über das Zustandekommen der Bewegungserscheinungen sollte eigens für jede derselben mehr zersetzt werden und zwar mehr Eiweiss; ja man war auf vielen Seiten geneigt, alles im sogenannten Stoffwechsel verbrauchte Eiweiss nur von der Arbeit der Organe abzuleiten. Wenn ich mich nicht täusche, so hatte man das Gefühl, als ob bei tüchtiger Arbeit ganz ansehnlich mehr Eiweiss zu Grunde gehen müsse. Meine Untersuchungen zeigten, dass dies unrichtig ist; mag man sich die von mir festgestellte Thatsache erklären, wie man will, so viel steht fest, dass sie die frühern Anschauungen über eines der wichtigsten Gebiete der Physiologie vernichteten und den Ausgangspunkt für neue bildeten.

Wenn die Arbeit den Eiweissumsatz vermehren würde, so müsste dies bei gleicher Anstrengung in dem nämlichen Maasse der Fall sein, ob der Organismus Nahrung zugeführt erhält oder nicht. Es hätte desshalb ein solches Verhalten gerade beim Hungern, wo wenig Stickstoff excernirt wird, am klarsten hervortreten müssen. Nichtsdestoweniger findet sich in der zweiten in meiner Schrift mitgetheilten Hungerreihe (Nr. 7) am Hunde, die völlig tadellos war, bei Ruhe und höchst bedeutender Arbeit nur eine Schwankung von 10.88 auf 12.33 Grmm. Harnstoff im Mittel, also eine Differenz von 1.45 Grmm. Diese Differenz ist eine sehr geringe, wenn auch Vogt (S. 55) sie als eine wesentliche bezeichnet und daraus den Schluss zieht, dass die Arbeit die Harnstoffabsonderung befördert. Er nennt (S. 56) meinen Satz, dass beim Hungern die Vermehrung kaum nachweisbar, bei reichlicher Fleischnahrung nur unbedeutend grösser ist, entschieden falsch, weil die Vermehrung beim Hungern verhältnissmässig bedeutend grösser sei als bei genügender Nahrung und 13 % betrage. Es kommt aber hier, wie jeder einsieht, nicht auf einen prozentigen Unterschied an, sondern auf einen absoluten. Das nicht nur für mich, sondern für Alle unerwartete Resultat meiner Untersuchung war, dass beim Hungern unter dem Einflusse der angestrengtesten Thätigkeit die Zersetzung eiweissartiger Substanzen nur um 9 Grmm. fester Substanz zunahm; diese 9 Grmm. konnten unmöglich bei ihrer Oxydation soviel lebendige Kraft entwickelt haben, als der Organismus für die von ihm geleistete Arbeit nöthig hatte.

C. Speck hat in zwei Aufsätzen [1]) gegen meine Abhandlung von allerlei Dingen geredet, die mit der von mir diskutirten Frage, ob unter dem Einflusse der Arbeit eine verstärkte Zersetzung des Eiweisses stattfindet, grösstentheils nichts zu thun haben. Es handelt sich in derselben nicht darum, ob der Verbrauch von Substanz überhaupt bei der Anstrengung grösser sei, was ich ja nicht geleugnet habe, es handelt sich auch nicht um die Abscheidungsverhältnisse des Wassers, die er des

[1]) Arch. d. Ver. f. gem. Arbeiten. 1862. Bd. 6. S. 161, und Arch. d. Heilkunde. 1861. Hft. 4. S. 371.

Langen und Breiten erörtert; es handelt sich nur um den Umsatz des Eiweisses. Wenn Speck nicht überzeugt ist, dass aller Stickstoff des zerstörten Eiweisses im Harn und Koth ausgeschieden wird, so ist es im höchsten Grade widersinnig, Untersuchungen über den Eiweissverbrauch durch Analyse des Harns zu machen, was ich schon oft gesagt habe. Wie kann man aber so verblendet sein wie Speck, der, nachdem er die Nahrung nur annähernd gleichhält und deren Zusammensetzung nicht genau kennt, doch eine Vergleichung der Stickstoffmenge der Einfuhr und der Exkrete unternimmt, bei der ein ansehnliches Deficit sich herausstellt, und daraus schliesst, dass nicht aller Stickstoff im Harn und Koth entleert wird; wird er sich nicht bald überzeugen, welche Fehler er gemacht haben muss, als er diesen Abgang von Stickstoff im Harn fand? Es versteht sich von selbst, dass Beobachtungen über den Stickstoffverbrauch, bei denen der Stickstoff der Nahrung nicht bekannt ist, und noch weniger ein Gleichgewicht im Stickstoff der Einnahmen und Ausgaben vorhanden war, für unsern Zweck auch nicht die mindeste Bedeutung haben.

Ein Einwand von Meissner[1]) war aber gewichtiger, als das Gerede von Vogt, nämlich der, ob die Stickstoffausgabe im Harn unter allen Umständen identisch ist mit Stickstoffausgabe in Form von Harnstoff und ob nicht gerade bei der Muskelarbeit neben dem Harnstoff andere stickstoffhaltige Zersetzungsprodukte in grösserer Menge auftreten könnten, z. B. das im Muskel vorhandene Kreatin. Nach allen meinen Beobachtungen[2]) bestimmt man durch Liebig's Methode nicht den Harnstoff-, sondern den Stickstoffgehalt im Harn des Hundes und des Menschen, und ich habe nie behauptet, dass jemals aller Stickstoff als Harnstoff durch den Harn abgeht; es wäre aber doch möglich, dass bei starkem Vorwiegen anderer stickstoffhaltiger Stoffe die Liebig'sche Methode zur Bestimmung des Stickstoffs im Harn nicht mehr anwendbar wäre. Ich habe daher in einem Falle bei starker Bewegung den Kreatin- und Kreatiningehalt ermittelt und, wie bei anderer Gelegenheit mitgetheilt werden wird, keine

---

[1]) Jahresbericht für 1860 S. 374 u. 1862 S. 389.

[2]) Diese Zeitschrift. Bd. I. S. 123.

Veränderung darin gefunden, in einem zweiten Falle aber, um allen Einwänden auszuweichen, die gesammte Stickstoffmenge durch Verbrennung mittelst Natronkalk. Ich führe die beiden Versuche (Nr. 18 und Nr. 25) zugleich als weitere Belege dafür an, dass beim Hungern auch die stärkste körperliche Anstrengung die Eiweisszersetzung nicht wesentlich vermehrt.

Versuch Nr. 18.

	Harnstoff.	Haut und Lunge.	Aenderung im Gewicht.	Wasser aufgenommen.
Ruhe	15.4	386	— 190	422
Ruhe	15.4	414	— 170	500
8 stündiges Laufen	15.8	1242	— 960	500
Ruhe	13.9	265	+ 60	500

Versuch Nr. 25.

	Harnstoff.	Haut und Lunge.	Aenderung im Gewicht.	Wasser aufgenommen.
Ruhe	11.6	487	— 300	320
Ruhe	11.6	457	— 210	367
8 stündiges Laufen	11.2	1411	— 548	1000
Ruhe	12.5	550	— 200	500
Ruhe	11.8	559	— 210	490

An den beiden Tagen mit Bewegung ist die eingreifende Wirkung derselben auf die gasförmige Abgabe durch Haut und Lungen höchst auffallend, während der auf Harnstoff reducirte Stickstoffgehalt kaum eine Differenz wahrnehmen lässt.

Die direkte Stickstoffbestimmung in Nr. 18 ergab im Vergleich mit der Titrirmethode Folgendes[1]):

[1]) Siehe diese Zeitschrift. 1865. Bd. I. S. 120.

	Stickstoff in 24 Stunden		Differenz.
	aus dem Harnstoff.	durch Verbrennung.	
Ruhe	7.17	7.33	0.16
Bewegung	7.36	7.56	0.20
Ruhe	6.46	6.51	0.05

Da also beim Laufen gleich viel Stickstoff im Harn abgeht, als bei der äusserlichen Ruhe, so werden wohl die Fragen Meissner's und die Zweifel Heidenhain's[1]) ihre Erledigung gefunden haben.

Ich habe neuerdings auch für den Menschen dargethan, dass die Gesammtstickstoffausscheidung unter einer Nahrung, die ihn in der Ruhe genau auf seinem Stickstoffbestand hält, bei angestrengter Arbeit sich nicht ändert.

Es ist mir für den Augenblick die Erklärung der Thatsache des nicht vermehrten Eiweissumsatzes bei körperlicher Anstrengung einerlei, ich halte das von mir gefundene Faktum für das Wichtigste und nicht die individuelle Vorstellung, die man sich zu Zeiten davon macht; ich behalte mir daher für ein ander Mal eine eingehende Besprechung der Hypothesen vor, welche auf die von mir gemachte Entdeckung basirt worden sind. Ich bin jedoch leider genöthigt einige Erinnerungen gegen die von A. Fick und J. Wislicenus veröffentlichte Abhandlung über die Entstehung der Muskelkraft[2]) zu machen. Dieselbe enthält kein neues thatsächliches Material, sondern zieht aus wiederholten Versuchen Schlüsse, die aus meinen frühern Angaben ebensogut hätten entnommen werden können und die ich aus bestimmten Gründen nicht gezogen habe; ich war durch andere Erfahrungen genöthigt anzunehmen, dass allein das Eiweiss bei seiner Zersetzung die Kraft für mechanische Leistungen erzeugt und ich sah ein, dass, wenn das Eiweiss bei seiner Verbrennung ansehnlich mehr Wärmeeinheiten liefert als man aus seiner Elementarzusammensetzung rechnet, was nicht unmöglich ist, Folgerungen, wie die von Fick und Wislicenus, zusammenfallen;

[1]) Mech. Leistung und Wärmeentwicklung im Muskel. 1864. S. 175.

[2]) Vierteljahresschrift der Zürch. naturf. Ges. 1866. Bd. 10. S. 317.

ehe wir nicht Mehr über die Verbrennungswärme der im Körper zersetzten Stoffe wissen, wie jetzt, sind solche Betrachtungen unnütz. Mir sind aber, wie gesagt, alle diese Ideen für jetzt ganz gleichgiltig, nicht gleichgiltig aber kann es mir sein, wenn man mir die Thatsache, welche dieselben hervorgerufen hat, zu entziehen sucht; Fick und Wislicenus haben sich in dieser Hinsicht Fehler zu Schulden kommen lassen, die um so auffallender sind, als es sich um Dinge der nächsten Vergangenheit handelt und um Dinge, auf die ihre ganze Abhandlung aufgebaut ist. Sie lassen Ranke und Thiry darthun, dass aller Stickstoff des verbrannten Eiweisses im Harn und Koth ausgeschieden wird und wissen nichts davon, dass ich durch die mühsamsten Versuche erst den Beweis geführt habe, dass man aus der Stickstoffmenge dieser Sekrete auf den Eiweissumsatz schliessen kann; denn die übrigen Beobachter haben gerade dadurch, dass sie noch einen anderen Ausscheidungsweg des Stickstoffs postulirten und die Grösse der Stickstoffzufuhr nicht genau kannten, ihren Untersuchungen jeglichen Werth genommen. Wenn sich aber auch Fick und Wislicenus allenfalls wohlgemuth auf den von mir eroberten Standpunkt stellen können, so kann ich doch den folgenden Satz[1]) unmöglich ruhig hingehen lassen. Sie sagen nämlich: „Die Lehre, dass ausschliesslich die Verbrennung eiweissartiger Verbindungen die Muskelkraft liefert, wird aber noch viel mehr erschüttert durch die schönen Untersuchungen von Eduard Smith, welcher auf's Ueberzeugendste dargethan hat, dass die Kohlensäureausscheidung des menschlichen Körpers auf das 10fache gesteigert werden kann durch Muskelanstrengung, während dabei die Ausscheidung von Harnstoff ziemlich gleichen Schrittes weiter geht. Die letztere Thatsache ist auch von anderen Forschern, namentlich von Bischoff und Voit öfters (zum Theil schon vor E. Smith) beobachtet worden." Ich habe zuerst den Satz ausgesprochen und aussprechen können, dass bei Arbeit nicht mehr Eiweiss zersetzt wird; ich kenne keine hieher gehörige Untersuchung von Bischoff und weiss auch nichts von einer wiederholten von mir; meine Untersuchung fällt nicht zum Theil, sondern ganz vor die von E. Smith, die in Hinsicht

[1]) a. a. O. S. 320.

des Eiweissverbrauches zudem nicht im Mindesten beweisend ist, da Smith dabei in alle die früheren Fehler verfällt, namentlich den Stickstoff der Nahrung nicht kennt und nicht weiss, ob der Körper im Gleichgewicht mit diesem Stickstoff sich befindet. Fick und Wislicenus hätten ohne meine Arbeit gar keine Veranlassung finden können, die Ihrige zu schreiben und doch findet sich unbegreiflicher Weise mein Name auch nicht an einer Stelle ihrer Abhandlung genannt, ausser an der eben citirten für mich so ungünstig lautenden. Ich bin um so mehr gezwungen mein Recht entschieden geltend zu machen, da auch das Gedächtniss mehrerer Referenten über die Abhandlung von Fick und Wislicenus meiner Arbeit gegenüber sich in ähnlichem Grade kurz gezeigt hat. Ich halte meine Entdeckung für zu bedeutend, als dass ich sie mir irgendwie schmälern lassen könnte.

Es ist sehr wahrscheinlich, dass es noch andere Einflüsse giebt, welche für die Grösse des Stickstoffumsatzes beim Hunger von Bedeutung sind, als die im Vorstehenden erwähnten; es scheint mir aber kaum zweifelhaft zu sein, dass die in den ersten Abschnitten in Betrachtung gezogene Menge des Organ- und Vorrathseiweisses und in zweiter Linie das Verhältniss der Fettquantität am Körper zu diesem Eiweissmaterial, also der Zustand des Körpers, die Hauptkräfte sind, welche die Richtung der Resultante, die Grösse der Eiweisszersetzung bestimmen.

VIII. Unzulässigkeit der Reduktion der Grösse der Exkrete auf gleiches Körpergewicht als Einheit.

Man kann bei demselben hungernden Thiere die verschiedensten Harnstoffmengen finden, abhängig von den oben aufgeführten Bedingungen, welche jedoch in keiner direkten Beziehung zum Gewicht des Körpers stehen. Ein Organismus kann in 10 spätern Hungertagen kaum eine Differenz in der Eiweisszersetzung zeigen und doch von Tag zu Tag ansehnlich an Gewicht abnehmen. Ganz abgesehen von den sehr ungleichen im Körper befindlichen Fett- und Wassermengen bei gleichem Eiweissumsatz ist letzterer nicht einmal abhängig von der Gesammteiweissmenge im Körper. Bei gleichem Körpergewicht kann je nach dem Körperzustand, der

durch die vorausgehende Nahrung bestimmt wird, die Eiweisszersetzung bedeutend differiren. Ist unter sonst gleichen Verhältnissen mehr Fett am Körper abgelagert, so ist die Harnstoffmenge bei grösserem oder gleichem Körpergewicht verringert. Dasselbe Thier kann also bei dem gleichen Gesammtgewicht die mannigfaltigste Zusammensetzung seines Körpers haben, verschiedene Mengen von Fleisch und Fett und daneben ganz verschiedene Mengen von Wasser; beim gleichen Gewicht können dem entsprechend die verschiedensten Mengen von Zersetzungsprodukten auftreten; und sie können bei sehr verschiedenem Körpergewichte in der gleichen Menge ausgeschieden werden. Ganz analog sehen wir dieselbe Leber unter verschiedenen Umständen die 3 fache Menge feuchter und trockener Galle absondern, ohne dass ihr Gewicht um die gleiche Grösse schwankt.

Da 1 Kilogrmm. Körper desselben Thieres zu verschiedenen Zeiten in der Quantität seiner Bestandtheile ganz ungleich sich verhalten kann und die Zersetzungen in gar keinem Zusammenhang mit dem Körpergewicht sich befinden, so ist es fehlerhaft auf 1 Kilogrmm. Körpergewicht zur Anstellung von Vergleichen Reduktionen vorzunehmen; das Kilogrmm. Körpergewicht ist in den meisten Fällen keine gleiche Einheit. Ich habe schon früher[1]) auf diese Verhältnisse aufmerksam gemacht, ohne dass besonders darauf geachtet worden wäre; denn immer werden noch solche Reduktionen auf 1 Kilogrmm. Gewicht ausgeführt, um Vergleiche zu machen, aus denen nicht das Mindeste zu erschliessen ist.

Nichts ist leichter als diesen Ausspruch durch Beispiele zu rechtfertigen. Bei demselben Hunde fand ich in 6 der oben mitgetheilten Reihen am 6. Hungertage in der Harnstoffausscheidung die geringen Schwankungen von 12.6—13.3 Grmm. (Mittel 13 Grmm.) = 5 %; das Gewicht des Thieres geht aber zwischen 29 und 38 Kilogrmm. hin und her = 31 %; stände das Körpergewicht im geraden Verhältniss zu der Harnstoffbildung, so müssten, wenn bei 29 Kilogrmm. 13 Grmm. Harnstoff auftreten, bei 38 Kilogrmm. 17 Grmm. erscheinen. An spätern Hungertagen nimmt der Körper fortwährend

[1]) Einfluss des Kaffee's etc. etc. S. 17.

an Gewicht ab und die Harnstoffbildung bleibt ziemlich stationär, ja sie kann unter Umständen zunehmen. In der Reihe Nro. 7 blieb sich vom 2. Hungertage an während 8 Tagen die Harnstoffmenge nahezu gleich, während das Körpergewicht um 3040 Grmm. abnahm. Umgekehrt sehen wir ferner bei wachsender Menge von Harnstoff am ersten Hungertag keine entsprechende Zunahme des Körpergewichts, wie folgende Zahlen lehren.

Nummer der Versuchsreihe.	Harnstoffmenge am ersten Hungertage.	Gewicht des Körpers in Kilogrmm.	Auf 1 Kilogrmm. kommen Harnstoff.
3	6	40	0.14
13	8	34	0.24
12	10	34	0.28
2	10	29	0.34
21	12	34	0.34
7	14	33	0.41
22	15	36	0.42
6	15	34	0.43
18	15	33	0.46
4	17	33	0.51
10	18	33	0.56
17	19	36	0.52
9	20	33	0.60
16	20	33	0.60
8	20	34	0.60
20	22	37	0.59
1	24	33	0.74
15	26	33	0.80
14	30	35	0.84
19	34	36	0.94
5	37	40	0.93
11	60	34	1.80

Es schwankt hier die Harnstoffausscheidung um das 10fache, das Gewicht nur um das 1.4fache und auf 1 Kilogrmm. desselben Thiers berechnen sich die verschiedensten Harnstoffmengen.

Aus ähnlichen Gründen ist auch die Abnahme des Körpergewichts beim Hunger nicht eine Vergleichseinheit, namentlich da das in verschiedener Menge angesetzte oder abgegebene Wasser, mit dem die Harnstofferzeugung nichts zu schaffen hat, die grössten Differenzen in der Gewichtsabnahme hervorrufen kann.

In Nro. 8. haben wir:

Tag.	Gewicht.	Harn.	Haut und Lunge.	Wasser-einnahme.	Harnstoff.
4.	— 570	190	380	0	17.9
5.	+ 40	146	334	520	13.3

d. h. es trat hier bei starker Wasserzufuhr, ohne dass die Harnmenge oder die Haut- und Lungenprodukte sich vermehrt hätten, ein starker Wasseransatz auf, so dass das Körpergewicht beim Hungern um 40 Grmm. zunahm.

Auch in Nro. 30. fand trotz des Hungerns eine Gewichtszunahme durch Wasseransatz statt:

Gewicht.	Harn.	Haut und Lunge.	Wasser-einnahme.	Harnstoff.
+ 880	742	335	1957	21.3

In Nr. 10 ist:

Abnahme des Gewichts.	Harnstoff.	Harnstoff auf 100 Grmm. Gewichtsabnahme.
670	18.5	3
420	13.6	3
220	12.4	6
600	11.1	2

oder in Nr. 15:

Abnahme des Gewichts.	Harnstoff.	Harnstoff auf 100 Grmm. Gewichtsabnahme.
803	26.5	3
70	18.6	26
330	15.7	5
450	14.9	3
110	14.8	13

Abnahme des Gewichts.	Harnstoff.	Harnstoff auf 100 Grmm. Gewichtsabnahme.
500	12.8	2
80	12.9	16
270	12.1	5
310	11.9	4
255	11.4	4

Diese Paar Beispiele, welche sich leicht vermehren liessen, zeigen wohl zur Genüge, dass Substanzverlust des hungernden Körpers und Eiweissverlust nicht das mindeste mit einander gemein haben.

Es ist daher auch meistentheils nicht zu rechtfertigen, wenn man zur Vergleichung die Harnstoffausscheidung von 1 Kilogrmm. Thier neben die von 1 Kilogrmm. eines andern stellt; welche Zahl des Gewichtes und des Harnstoffes unseres Hundes wollte man einer solchen Rechnung zu Grunde legen? Wie gross die Verschiedenheiten der Eiweisszersetzung bei verschiedenen Hunden und andern Thieren, auf 1 Kilogrmm. Körpergewicht berechnet, ausfallen, lehren die Tabellen S. 347 und 348.

Ich hoffe, dass man dies Alles endlich einsehen und die vielfach angewandten falschen Vergleichungen unterlassen wird, die nur zu Verwirrungen und unrichtigen Auslegungen Veranlassung geben können.

IX. Eiweisszersetzung bei verschiedenen hungernden Organismen.

Eine Vergleichung der Eiweisszersetzung bei verschiedenen hungernden Thieren giebt uns manche wichtige Anhaltspunkte und bestätigt die am einzelnen Thier gewonnenen Anschauungen. Ich verfüge in dieser Beziehung leider nur über wenig Material; denn man bedarf zur Feststellung von Mittelzahlen für eine bestimmte Thierspecies einer grössern Anzahl von Beobachtungen, um die individuellen durch grössern Fettreichthum, zu grosse Wasseraufnahme etc. etc. hervorgebrachten Schwankungen zu beseitigen.

Es wird Niemanden Wunder nehmen, wenn ein Löwe beim Hunger mehr Stickstoff im Harn ausscheidet als eine Maus; der

erstere braucht dem entsprechend zur Erhaltung seines Körperzustandes eine viel grössere Nahrungsmenge. Reducirt man aber den Umsatz auf gleiches Körpergewicht, so erhält man durchaus keine gleichen Zahlen, es richtet sich also auch hier die Zersetzung eiweissartiger Substanz nicht nach dem Gewicht des Körpers, auch nicht nach der Gesammtsumme von Eiweiss am Körper. Nehmen wir einen möglichst günstigen Fall, den des stationären Zustandes beim Hungern; wir sahen, dass bei unserm Hunde Nr. 1 in der Mehrzahl der Fälle vom 4.—5. Tage der Inanition an etwa 12 Grmm. Harnstoff erzeugt werden und zwar nahezu unabhängig vom Körperzustand; wie stellt sich diese constante Zahl bei andern Thieren?

Vergleicht man zunächst verschiedene Hunde von ungleichem Gewicht:

	Mittleres Körpergewicht in Kilogrmm.	Harnstoff im Tag.	Harnstoff auf 1 Kilogrmm. Körpergewicht.
Alter fetter Hund von Bischoff (S. 37)	35.0	10.0	0.29
Mein Hund Nr. I.	33.0	12.8	0.39
„ „ „ II.	27.5	10.9	0.40
„ „ „ III.	19.6	10.7	0.55
Kleine Hunde von mir im Mittel aus dem 2—4. Hungertage nach gemischter Kost . . .	11.6	6.1	0.52
	10.1	7.4	0.73
	9.9	7.8	0.78
	8.9	7.3	0.82
	8.3	6.3	0.76
Hund v. Frerichs vom 3—5. T.	3.2	3.1	0.97

Daraus geht hervor, dass das Körpergewicht keine Vergleichseinheit ist, denn ein kleineres Thier zerstört verhältnissmässig mehr; wenn ein Hund von 3 Kilogrmm. Gewicht etwa 3 Grmm. Harnstoff ausscheidet, so erscheinen bei einem 10 mal schwereren nicht 30 Grmm., sondern viel weniger. Etwas ganz analoges werden wir finden, wenn wir die Menge der Nahrung z. B. des Eiweisses aufsuchen, die den Körper auf seinem Stande erhält; braucht ein kleiner Hund von 3 Kilogrmm. Gewicht eben 250 Grmm. Fleisch

zur Erhaltung auf einem mittleren Zustande, so hat ein Hund von 30 Kilogrmm. nicht 2500 Grmm. nothwendig, sondern weniger.

Aehnliches findet sich auch beim Vergleiche von thierischen Organismen verschiedener Species und Gattungen:

	Mittleres Körpergewicht in Kilogrmm.	Harnstoff im Tag.	Harnstoff auf 1 Kilogrmm. Körpergewicht.
Kaninchen v. Bischoff (S.119), Mittel aus dem 1—8. Hungertag	1.266	2.1	1.62
Kaninchen v. Bischoff (S.119), Mittel aus dem 1—6. Hungertag	1.282	1.5	1.14
Katze v. Bidder u. Schmidt Nr. 1 (S. 310), Mittel aus dem 3—15. Hungertag . .	1.863	3.7	1.99
Katze von mir, Mittel aus dem 2—11. Hungertag	2.612	4.1	1.57
Katze v. Bidder u. Schmidt Nr. 2 (S. 340), Mittel aus dem 2—3. Hungertag . . .	2.829	3.5	1.24
Mensch, Ranke, Mittel aus 3 einzelnen Hungertagen . .	71.3	19.2	0.27
10 Ochsen v. Grouven (S. 194), im Mittel	408	73.0	0.18

d. h. ein grösserer Organismus sondert abermals im Verhältniss viel weniger Harnstoff aus als ein kleinerer.

Die Zerstörung geht aber auch nicht, so wenig wie bei demselben Thiere unter ungleichen Verhältnissen Hand in Hand mit der Eiweissmenge am ganzen Körper. Die Masse der Muskeln kann wohl mit für unsern Zweck hinreichender Genauigkeit als Anhaltspunkt für den Eiweissreichthum eines Körpers benützt werden. Ich stelle nach eigenen und fremden Wägungen folgende Tabelle zusammen.

	Körpergewicht in Kilogrmm.	Muskeln in Grmm.	Muskeln in Proc.	Sichtbares Fett in Grmm.	Sichtbares Fett in Proc.	Beobachter.
Mann	68.8	29102	42	12570	18	E. Bischoff.
Frau	54.3	19846	36	15670	29	"
16jähr. Mann	35.5	15722	44	—	—	"
Neugeborner .	2.969	700.5	23	405.5	13	"
Neugeborner .	23.61	550	23	—	—	"
6monatl. Frühgeburt . . .	643	111.5	22	—	—	"
Katzen	2931	1144	39	624	21	Voit.
	1853	934	50	88	4	"
	2096	927	44	107	5	"
	2813	1275	45	249	9	"
	1505	678	45	57	4	Bidder und Schmidt.
Hunde	2444	1044	43	—	—	Voit.
	11580	5353	46	212	2	"
	10120	4534	45	374	4	"
Kaninchen . .	1550	795	51	77	5	"
Taube	423	192.3	45	70	16	"

Uebersicht.

	Gewicht des Körpers.	Harnstoff im Tag.	Muskelmasse am Körper.	Harnstoff auf 1 Kilogrmm. Muskel.
Mensch	70000	19.2	29400 = 42 %	0.65
Hund	10120	7.4	4534 = 45 %	1.63
Katze	2500	3.8	1125 = 45 %	3.37
Kaninchen . .	1000	1.8	510 = 51 %	3.53

Daraus ergiebt sich mit voller Sicherheit, dass so wenig wie bei dem gleichen Thiere bei verschiedenen eine doppelt so grosse Muskel- oder Eiweissmasse am Körper einen doppelten Umsatz hervorruft. Es wird also nicht immer ein gleicher Antheil der vorhandenen Eiweissstoffe verbraucht, sondern es verfällt bei grösserer Quantität derselben stets ein kleinerer Bruchtheil den Einflüssen, welche die Zerstörung bedingen. Die procentige Menge des Fettes am Organismus ist allerdings eine sehr ungleiche, meist viel be-

deutender beim Menschen und wahrscheinlich auch bei allen Pflanzenfressern als bei den Fleischfressern, es wird dies wohl auch von Einfluss auf den Eiweissumsatz sein, allein es erklärt obige Thatsache nicht. Ausgedehnte Versuche der Art an verschiedenen Thieren bei verschiedener Nahrung mit Bestimmung der Nieren- und Lungenprodukte und nachheriger Wiegung der Organe (auch des Blutes), die ich begonnen habe, werden viele Aufschlüsse über die näheren Ursachen der Zersetzungen geben. Pflanzenfresser scheinen den Hunger viel weniger lang auszuhalten als Fleischfresser; Katzen und Hunde gehen etwa am 18. Inanitionstage zu Grunde, Kaninchen können schon am 5. — 6. Tage erliegen.[1])

Der verhältnissmässig geringere Umsatz bei grösserer Eiweissmenge am Körper hängt innig zusammen mit der zur Erhaltung nothwendigen Nahrungszufuhr, denn wenn ein fleischfressender Hund von 30 Kilogrmm. Gewicht 1500 Grmm. verzehren muss, so reicht eine Maus von 16 Grmm. Gewicht nicht mit 0.8 Grmm. aus; er hängt innig zusammen mit den verhältnissmässig grössern Leistungen des kleineren Thieres und zwar sowohl in Hervorbringung von mechanischer Arbeit als auch in Produktion von Wärme. Es kann diese wichtige Thatsache nur so erklärt werden, dass, entsprechend den Erscheinungen bei dem gleichen Thierkörper, ein kleinerer Organismus im Verhältniss zum Organeiweiss mehr von dem der Zersetzung in viel höherem Grade anheimfallenden Vorrathseiweiss enthält als ein grösserer.

Dass sich die Eiweisszersetzung auch bei verschiedenen Thieren in der That noch nach etwas anderem richtet als nach dem Eiweissreichthum ihres Körpers, und dass die vorhergehende Nahrung, also das Vorrathseiweiss, von grösstem Einfluss ist, kann noch durch eine andere Beobachtung zur Evidenz erwiesen werden. In den ersten Hungertagen können zwei Hunde von ganz ungleichem Gewicht und Fleischvorrath die gleiche Harnstoffmenge ausscheiden. Der Hund Nr. 3 hatte im Versuch 32 bei einem Gewicht von 20.9 Kilogrmm. 16.3 Grmm. Harnstoff, der Hund Nr. 1 bei einem Gewicht von 32.8 Grmm. im Versuch 4 16.9 Grmm.; der erste hatte vor

---

[1]) Bibra, vergl. Unters. über das Gehirn 1854. S. 132.

dem Hungern 200, der zweite 176 Grmm. Fleisch als Nahrung erhalten. Ein Hund von 5 Kilogrmm. kann nach vorausgehender reichlicher Fleischkost den ersten Tag 17 Grmm. Harnstoff liefern, wie ein Hund von 40 Kilogrmm. nach weniger reichlicher. Wenn im Harn einer Katze von nur 2.7 Kilogrmm. Gewicht bei Darreichung von 250 Grmm. Fleisch ebenfalls 17 Grmm. Harnstoff sich finden, so muss die Grösse des Eiweissumsatzes von etwas anderem abhängig sein als von der Eiweissmasse des Körpers. Es ist wieder die relative Vermehrung des Vorrathseiweisses gegenüber dem Organeiweiss, welches die grössere Eiweisszersetzung hervorruft.

X. Abnahme der einzelnen Organe beim Hunger.

Ich habe nun noch schliesslich einige Angaben zu machen über den Verlust, den die einzelnen Organe des Körpers bei dem Hungern erleiden. In dieser Richtung sind bekanntlich bis jetzt Versuche von Chossat[1]) und Schuchardt[2]) an Tauben und von Bidder und Schmidt[3]) an einer Katze gemacht worden; ausserdem liegen noch Angaben über die Abnahme der Blutmenge bei der Inanition von Heidenhain[4]) und Panum[5]) vor.

Ich habe es für wichtig gehalten einen Versuch der Art zu machen, da die Angaben der genannten Autoren in mehreren wesentlichen Punkten differiren; so verlieren z. B. die trockenen Muskeln der Taube nach Chossat nur 34 %, nach Bidder und Schmidt die der Katze aber 65 %; Gehirn und Rückenmark nach dem erstern nur 7 %, nach den letzteren 33 %; das Blut nach ersterem 62 %, nach letzteren sogar 90 %. Der Verlust des Blutes war früher nur auf eine völlig unzuverlässige Weise ermittelt worden; man konnte erst durch die Welcker'sche Methode genaueren Aufschluss erwarten. Ich habe dieselbe bei einer Katze angewandt,

---

1) Chossat, sur l'inanition.

2) Schuchardt, quaedam de effectu quem privatis sing. part. nutrimentum constituentium; Marburg 1847.

3) Bidder und Schmidt, a. a. O. S. 327.

4) Heidenhain, disquis. criticae experimentales, Halis 1857.

5) Panum, experimentelle Unters. zur Physiologie und Pathologie der Transfusion und Blutmenge, 1864.

da es mir für viele Fragen sehr daran gelegen sein musste, zu wissen, wie viel das Blut beim Hungern im Verhältniss zu den übrigen Organen an Masse verliert.

Ich habe 2 Katzen (vom 22. Oct. 1861 an) mit 250 Grmm. Fleisch im Tag ernährt; die eine wurde nach 10 Tagen am 1. November durch Oeffnen der Carotiden getödtet und das Gewicht der Organe ermittelt; die zweite, bei der die Menge des während der vorausgehenden 10 Tage bei Fütterung mit 250 Grmm. Fleisch secernirten Harnstoffs bestimmt worden war (schon mitgetheilt im II. Bd. S. 60 dieser Zeitschrift), hungerte vom 1. bis zum 14. November, also 13 Tage lang. (Die dabei ausgeschiedenen Harnstoffmengen finden sich oben S. 327 verzeichnet.) Das Thier war so herabgekommen und elend, dass ich den nahen Tod nicht abwartete, sondern es aus der Carotis verbluten liess, da ich nur den proportionalen Verlust der einzelnen Organe eruiren wollte.

Die reichlich mit Fleisch genährte Katze hatte ein Lebendgewicht von 2812 Grmm. (etwa 1180 Grmm. trocken) und folgende Gewichte der Hauptorgane:

Organe.	Frisch.	Frisches Organ ist x % des Körpergewichts.	Feste Substanz im frischen Organ in %.	Wasser im frischen Organ.	Feste Substanz im frischen Organ.
Knochen	356.2	12.67	67.13 [1])	117.1	239.1
Muskeln	1275.5	45.36	25.43 [2])	951.1	324.4
Leber	83.3	2.96	32.11 [3])	56.6	26.7
Nieren	22.7	0.81	24.64	17.1	5.6
Milz	7.8	0.28	21.84	6.1	1.7
Pankreas	5.9	0.21	—	—	—
Hoden	2.2	0.08	—	—	—
Lungen	14.4	0.51	23.60	11.0	3.4
Herz	10.4	0.37	—	—	—
Darm ohne Inhalt .	106.8	3.80	—	—	—
Augen	7.5	0.27	—	—	—
Gehirn	29.0	1.04	23.48 [4])	28.8	7.9
Rückenmark	7.7	0.27			
Haut mit Haaren .	392.0	13.94	—	—	—
Fettgewebe	249.5	8.87	90.33 [5])	24.1	225.4
Blut (nach Welcker bestimmt)	125.5	4.46	19.62 [6])	110.3	25.2

Die zweite Katze wog bei Beginn der 13 tägigen Hungerperiode 3105 Grmm. und am Ende 2088 Grmm. mit etwa 734 Grmm. trockener Substanz; es waren also im Ganzen 1017 Grmm. = 33% des ursprünglichen Gewichts zu Grunde gegangen. Die Organe derselben hatten folgendes Gewicht:

[1]) Darin waren 56.87 % anorganisch.
43.13 % organisch.

[2]) Bei einem andern gut genährten Kater bestimmte ich im Muskel 25.82 % feste Theile.

[3]) Bei einem andern gut genährten Kater bestimmte ich in der Leber 26.95 % feste Theile.

[4]) In 100 festen Theilen sind 41.87 Theile Fett. Bei einem andern gut genährten Kater bestimmte ich im Gehirn 23.03 % feste Theile.

[5]) Fettgewebe aus der Schenkelbeuge; von den 90.33 Grmm. festen Theilen sind 2.82 Grmm. Membran und 87.51 Grmm. Fett.

[6]) In 100 Grmm. Blut sind 17.82 Grmm. Eiweiss und Blutkörperchen, im Gesammtblut also 22.4 Grmm.; die Blutmenge ist $^1/_{22}$ des Körpergewichts, $^1/_{10}$ der Muskelmasse. Im Blut von 2 andern gut genährten Katzen fanden sich 17.80 u. 20.69 % feste Theile.

Organe.	Frisch.	Frisches Organ ist x % des Körpergewichts.	Feste Substanz im frischen Organ in %.	Wasser im frischen Organ.	Feste Substanz im frischen Organ.
Knochen	338.7	16.22	—	—	—
Muskeln	979.0	46.89	23.48	739.0	240.0
Leber	42.5	2.03	30.06	29.7	12.8
Nieren	18.6	0.89	26.20	13.7	4.9
Milz	2.9	0.14	22.84	2.2	0.7
Pankreas	5.4	0.26	—	—	—
Hoden	1.5	0.07	—	—	—
Lungen	13.0	0.62	23.29	10.0	3.0
Herz	11.2	0.53	—	—	—
Darm ohne Inhalt	97.1	4.65	—	—	—
Augen	10.7	0.51	—	—	—
Gehirn	29.1	1.39	23.90	29.9	9.5 [1]
Rückenmark	10.3	0.49			
Haut mit Haaren	343.5	16.45	—	—	—
Mesenterium	8.2	0.39	—	—	—
Blut (nach Welcker bestimmt)	101.2	4.84	22.15	78.8	22.4 [2]

Um nun annähernd zu bestimmen, wie schwer die einzelnen Organe der zweiten Katze am Anfang der Hungerreihe bei einem Gewicht von 3105 Grmm. waren, scheint es am wenigsten ungenau zu sein, die procentigen Zahlen der ersten Katze zu Grunde zu legen, welche mit der zweiten längere Zeit die gleiche Nahrung erhalten hatte. Denn die Wiegungen der Organe von 11 Katzen, welche ich ausgeführt habe, zeigen die auffallendsten Verschiedenheiten, und zwar gerade in dem absoluten und relativen Gewicht der Hauptmassen des Körpers, der Knochen, Muskeln und des Fetts; sie thaten mir dar, dass das Gewichtsverhältniss des trockenen Knochengerüstes zum Gesammtgewicht des Thieres nicht im entferntesten constant ist, wie Bidder und Schmidt es für ihre Berechnungen (S. 331) annahmen. Auf diese Weise erhalte ich:

[1]) In 100 Grmm. festen Theilen sind 41.44 Grmm. Fett.

[2]) In 100 Grmm. Blut sind 20.40 Grmm. Eiweiss und Blutkörperchen, im Gesammtblut also 20.6 Grmm.; die Blutmenge ist $1/_{21}$ des Körpergewichts, $1/_{10}$ der Muskelmasse.

Organe.	3105 Grmm. Katze vor dem Hungern.			2088 Grmm. Katze am 14. Hungertage.			1017 Grmm. Verlust			100 Grmm. frisches Organ verlieren	100 Grmm. trockenes Organ verlieren	Auf 100 Grmm. Verlust treffen auf
	Frisch.	Wasser.	Feste Theile.	Frisch.	Wasser.	Feste Theile.	Frisch.	Wasser.	Feste Theile.			
Knochen	393.4	129.3	264.1	338.7	—	—	54.7	—	—	13.9	—	5.4
Muskeln	1408.4	1050.2	358.2	979.0	739.0	240.0	429.4	311.2	118.2	30.5	30.2	42.2
Leber	91.9	62.4	29.5	42.5	29.7	12.8	49.4	32.7	16.7	53.7	56.6	4.8
Nieren	25.1	18.9	6.2	18.6	13.7	4.9	6.5	5.2	1.3	25.9	21.3	0.6
Milz	8.7	6.8	1.9	2.9	2.2	0.7	5.8	4.6	1.2	66.7	63.1	0.6
Pankreas	6.5	—	—	5.4	—	—	1.1	—	—	17.0	—	0.1
Hoden	2.5	—	—	1.5	—	—	1.0	—	—	40.0	—	0.1
Lungen	15.8	12.1	3.7	13.0	10.0	3.0	2.8	2.1	0.7	17.7	18.8	0.3
Herz	11.5	—	—	11.2	—	—	0.3	—	—	2.6	—	0
Leerer Darm	118.0	—	—	97.1	—	—	20.9	—	—	18.0	—	2.0
Hirn und Rückenmark	40.7	31.2	9.5	39.4	29.9	9.5	1.3	1.3	0	3.2	0	0.1
Haut mit Haaren .	432.8	—	—	343.5	—	—	89.3	—	—	20.6	—	8.8
Fettgewebe	275.4	26.6	248.8	8.2	—	—	267.2	26.6	248.8	97.0	—	26.2
Blut	138.5	111.3	27.2	101.2	78.8	22.4	37.3	32.5	4.8	27.0	17.6	3.7
Rest	136.0	—	—	86.0	—	—	50.0	—	—	36.8	—	5.0

Nimmt man an, dass der Knochen nur Wasser verloren und der Rest der nicht bestimmten Gewebe 25 % feste Substanz enthalten hat, so wären vom Körper mit den 7.8 Grmm. eiweissartiger Substanz im Fettgewebe 191 Grmm. festes Fleisch abgegeben worden, was mit den aus dem Harnstoff gerechneten 196 Grmm. sehr gut übereinstimmt. Vom Fett wird mehr (241 Grmm.) zerstört.

An die vorstehende Tabelle lassen sich noch folgende Betrachtungen anknüpfen.

Am Gesammtverlust betheiligen sich in einer alle andern Organe weitaus überwiegenden Menge die Muskeln und das Fettgewebe; dann folgen die Haut, die Knochen, die Leber, das Blut und der Darmkanal. Das Blut verlor absolut nur 4.8 Grmm. feste Substanz, also nur 2.5 % des Verlustes des ganzen Körpers an trockenem Fleisch; es enthielt prozentig etwas mehr feste Theile und Eiweiss mit Blutkörperchen als am Anfange des Hungerns.

Das Fettgewebe wird ganz verbraucht; die Leber, die Milz, die Hoden nehmen darnach um den grössten Bruchtheil ihrer Masse ab, dann erst die Muskeln und das Blut. Das Blut nimmt proportional dem Körpergewicht (wie Heidenhain und Panum schon dargethan haben) und der Muskelmasse ab. Die relative Menge seiner Hauptbestandtheile wird dabei nicht geändert, was auch Panum aussprach. Der gesammte Körper enthielt im Anfange der Inanition etwa 1133 Grmm. feste Theile, von denen 196 Grmm. Fleisch = 17.3 % während des Hungers zersetzt wurden, vom Blut gingen 17.6 % weg, d. h. das Blut verliert nicht mehr als die übrigen Organe des Körpers auch, eine Thatsache, die für die Beurtheilung des Ortes der Zersetzung von entscheidendem Werthe sein wird.

Die Hauptdifferenz der von Chossat an Tauben und von Bidder und Schmidt an Katzen gewonnenen Ergebnisse bestand in der Angabe über den Substanzverlust des Gehirns und Rückenmarkes beim Hunger, ersterer fand eine Abnahme dieser Organe um 7 %, letztere um 33 %. Meine Zahlen stimmen mit denen von Chossat überein, denn meine Katze gab nur 3 % von den Centralorganen ihres Nervensystems her.

Auch Bibra[1]) hat die Gehirngewichte von wohl genährten und verhungerten Kaninchen von gleichem Anfangsgewicht des Körpers mit einander verglichen und keine wesentlichen Unterschiede gefunden; auch der Wasser- und Fettgehalt des Gehirnes des verhungerten Thieres zeigte sich wie bei meinem Versuche nicht geändert.

Die Organe der hungernden Katze von Bidder und Schmidt (S. 315) sind ärmer an Wasser geworden, was auch die späteren Wasserbestimmungen bestätigten. Meine Katze erhielt Wasser vorgesetzt, sie liess es aber unberührt stehen und wurde doch nicht ärmer an Wasser dabei, sondern sie behielt eine gewisse Menge des Wassers der zersetzten Körpertheile zurück und wurde so relativ reicher an Wasser. Auf 1 Theil trocknes Fleisch treffen im Körper gewöhnlich etwa 3.15 Theile Wasser, also auf die 195.7 Grmm. festes Fleisch, deren Stickstoff im Harn erschien, etwa 616 Grmm. Wasser. Die Katze hatte aber nach der Sektionscontrole 27 Grmm. Wasser im Fettgewebe und nur 566 Grmm. aus den übrigen Organen eingebüsst; dies wurde bestätigt durch den prozentig höheren Wassergehalt der meisten Organe, namentlich der Muskeln und der Leber, nach dem Hunger. Das Blut des verhungerten Thieres war reicher an festen Bestandtheilen, was wohl am besten die von Frerichs[2]) aufgestellte Ansicht widerlegt, dass beim Hunger wegen der geringen Blutconcentration so ansehnlich weniger Harnstoff erzeugt würde wie bei reichlicher Nahrungszufuhr.

Ich glaube jedoch durchaus nicht, dass die Organe eines hungernden Thieres immer einen grössern Wassergehalt haben; dem widersprechen schon die Beobachtungen von Bidder und Schmidt und auch meine eigenen; denn gerade beim Hunde kann in manchen Hungerreihen eine Eintrocknung der Organe auch bei unbehinderter Wasseraufnahme demonstrirt werden.

Der Hungerreihe Nr. 1 und Nr. 5 z. B. war eine Ernährung mit 1800 Grmm. Fleisch vorangegangen. In den 6 ersten Tagen wurden eingenommen und ausgegeben:

---

[1]) Vergl. Unters. über das Gehirn. 1854. S. 131.

[2]) a. a O. S. 482.

Nummer.	Wasser-einnahme.	Gewichts-änderung.	Harnmenge.	Haut und Lungen.	Fleisch-verbrauch.
5	1478	2575	1362	2691	1613
1	63	2980	1186	1857	1665
Differenz	— 1413	+ 405	— 176	— 834	+ 52

Es ist klar, dass die bedeutendere Ausscheidung sowohl durch den Harn als auch durch Haut und Lungen in Nr. 5 eine Folge der grösseren Wasseraufnahme ist und dass der grössere Gewichtsverlust in Nr. 1 auf einer Wasserabgabe vom Körper beruht, obwohl im Harn und namentlich durch Haut und Lungen weniger Wasser entfernt wurde. Bischoff und ich haben die Wasserabgabe in dem Beispiele Nr. 1 (S. 44) leider übersehen und sind dadurch zu der Annahme einer grösseren Fettabgabe verleitet worden, als sie beim Hunger wirklich stattfindet.

In der Reihe Nr. 10 findet am 1. und 4. Hungertag, an denen er kein Wasser aufgenommen hat, eine ungleich bedeutendere Gewichtsabnahme statt, als am 2. und 3. Tage, an denen er Wasser soff. Die starke Gewichtsabnahme am 1. und 4. Tage kann nur von einer Wasserabgabe vom Körper herrühren.

Tag.	Wasser-aufnahme.	Gewichts-abnahme.	Harnmenge.	Haut und Lunge.
1.	0	670	204	466
2.	232	262	159	335
3.	242	220	157	305
4.	0	600	131	469

Am 6. und 7. Tage der Hungerreihe Nr. 15 stellten sich die Verhältnisse folgender Massen:

Tag.	Wasser-aufnahme.	Gewichts-abnahme.	Harnmenge.	Haut und Lunge.
6.	33	500	124	409
7.	368	80	151	297

Am 6. Tage ist die Gewichtsabnahme ungewöhnlich gross, am 7. ungewöhnlich klein; es wurde offenbar bei der geringen Wasseraufnahme am 6. Tage viel Wasser vom Körper darangesetzt und am 7. bei der starken Wasseraufnahme ein Theil zurückgehalten.

Es kann aber in andern Fällen durch Wasseraufnahme ein völliger Ersatz der verloren gegangenen Flüssigkeit stattfinden, so namentlich wenn der Hund durch starkes Laufen viel Wasser durch Haut und Lungen verloren hatte.

In Reihe 6 haben wir

	Tag.	Wasser-aufnahme.	Gewichts-abnahme.	Harnmenge.	Haut und Lunge.
Laufen	2.	858	440	355	943
Ruhe	3.	123	490	188	425
Laufen	4.	887	470	681	676

d. h. die Gewichtsabnahme bleibt sich gleich, obwohl an dem Arbeitstage viel Wasser eingenommen worden ist; es ist eben entsprechend mehr im Harn und durch Haut und Lungen entfernt worden.

In Reihe 7 ist es ähnlich:

	Tag.	Wasser-aufnahme.	Gewichts-abnahme.	Harnmenge.	Haut und Lunge.
Ruhe	3.	368	295	126	537
Laufen	4.	688	230	163	755
Laufen	5.	328	480	164	644
Laufen	6.	565	250	281	584
Ruhe	7.	88	390	157	321

Am 5. Tage ist die Gewichtsabnahme bedeutender, weil hier weniger Wasser aufgenommen worden ist als an den beiden andern Arbeitstagen; ebenso ist es am 7. Tage ohne Bewegung. Am 4. Tage ist die Abnahme trotz der Körperbewegung selbst kleiner als am 3., da der Verlust durch die reichliche Wasserzufuhr hinreichend gedeckt wird.

Unter Umständen wird endlich auch mehr Wasser eingeführt als nöthig war, um den Verlust zu decken, es wird wie bei der hungernden Katze der Körper wässeriger. Dies ist der Fall am 7. Tage der Reihe Nr. 15, über den eben berichtet wurde, dann in der Reihe Nr. 8:

Tag.	Wasser-aufnahme.	Gewicht.	Harnmenge.	Haut und Lunge.
3.	0	— 570	190	880
4.	520	+ 40	146	334

Hier findet am 4. Tage eine Zunahme des Gewichts offenbar nur durch die grosse Menge des gesoffenen Wassers statt.

Im Versuch 18 ergab sich folgendes:

	Tag.	Wasser-aufnahme.	Gewicht.	Harnmenge.	Haut und Lunge.
Ruhe	2.	500	— 170	256	414
Laufen	3.	500	— 960	218	1242
Ruhe	4.	500	+ 60	175	265

Es ist hier trotz der gleichen Wasseraufnahme am 4. Tage ein Ansatz von Wasser möglich, während den Tag vorher beim Laufen das Gewicht um 960 Grmm. abgenommen hatte.

Der Hund Nr. II hatte in der Hungerreihe 30 eine sehr bedeutende Menge Wasser gesoffen und dadurch um 880 Grmm. an Gewicht zugenommen, was nur durch einen Ansatz von Wasser denkbar ist.

Wasser-aufnahme.	Gewicht.	Harnmenge.	Haut und Lunge.
1957	+ 880	742	835

Bischoff und ich haben zuerst darauf aufmerksam gemacht, dass die Menge des Wassers an ein und demselben Körper unter verschiedenen Bedingungen eine höchst verschiedene sein kann, vorzüglich beeinflusst durch die Grösse der Wasserzufuhr und die Abfuhr durch die Haut. Ich glaube dies durch obige Beispiele auch für den Hungerzustand zur Genüge erwiesen zu haben.

Bei ungenügender Nahrung, z. B. längerer Fütterung mit Brod, nimmt der Körper bei einer Abgabe von Eiweiss und Fett Wasser in sich auf; es muss noch untersucht werden, warum der Organismus beim Hunger nicht immer wässeriger wird. Bibra hat keine wesentliche Aenderung des Wassergehaltes der Muskeln von gut genährten und von durch Entziehung fester und flüssiger Nahrung zu Grunde gegangener Kaninchen auffinden können.

Ich habe damit den Bericht über die zahlreichen Beobachtungen, welche ich über die Verschiedenheiten der Eiweisszersetzung beim Hungern angestellt habe, vollendet. Erst beim genauern Eingehen in die Sache bemerkte ich die Lücken, welche hier und dort noch übrig blieben. Es muss aber einmal nach mühevoller Arbeit ein formeller Abschluss gemacht werden, denn ich würde bei weiterer Verfolgung immer wieder auf neue Thatsachen gestossen und niemals zu einem wirklichen Ende gelangt sein. Das Erworbene wird jedoch genügen, um einen tiefern Einblick in die Vorgänge beim Hungern zu gestatten, als dies bis jetzt möglich war, und um mit den Erfahrungen über die Aenderung der Eiweisszersetzung bei Nahrungszufuhr eine Theorie der Ernährung zu entwickeln.

Tabelle
der Hungerreihen.

Hund I.

Datum.	Körpergewicht.	Wasser in Grmm.	Harnmenge in Grmm.	Harnstoff in Grmm.	Koth in Grmm.	Nummer des Versuchs.	Bemerkungen.
19. Oct. 1857	33.310	0	212	24.5 (132.8)	0	1.	nach 6tägiger Brodkost m. 1800 Grmm. Fleisch im Gleichgewicht (B. u. V. S. 43).
20. " "	32.720	0	236	25.6	0		
21. " "	32.140	0	215	22.7	0		
22. " "	31.620	0	213	20.3	0		
23. " "	31.110	63	142	13.2	0		
24. " "	30.750	0	168	15.2	0		
25. " "	30.330						
15. Nov. "	29.060	0	123	9.9 (16.2)	0	2.	nach Hunger wenig Fleisch mit Stärke oder Fett (B. u. V. S. 53).
16. " "	28.670						
17. März 1858	39.930	25	68	5.8 (14.2)	163.6	3.	vorher absteigende Fleischmengen mit Fett (B. u. V. S. 53).
18. " "	39.430						
28. Nov. "	32.850	0	194	16.9 (26.2)	0	4.	vorher absteigende Fleischmengen (B. u. V. S. 46).
29. " "	32.380	0	178	17.0	0		
30. " "	31.900	0	164	15.8	0		
1. Dec. "	31.470						
8. April 1859	40.460	318	401	37.5 (130.0)	0	5.	nach 1800 Fleisch und 250 Fett (B. u. V. S. 50).
9. " "	39.840	261	266	23.3	0		
10. " "	39.350	460	203	16.7	165.0		
11. " "	38.760	102	173	14.8	0		
12. " "	38.350	122	157	12.6	0		
13. " "	37.960	215	162	12.8	0		
14. " "	37.720	216	161	12.0	0		
15. " "	37.420						
13. Jan. 1860	34.250	440	160	14.8	120.8	6.	vorher gemischte Kost (V. S. 156).
14. " "	33.650	858	355	14.4	0		Laufen.
15. " "	33.210	123	188	14.3	0		
16. " "	32.720	887	681	18.9	0		Laufen.
17. " "	32.250	212	209	13.8	0		
18. " "	31.950						
23. " "	33.260	0	165	13.8	0	7.	vorher gemischte Kost (V. S. 157).
24. " "	32.630	0	145	11.5	0		
25. " "	32.010	368	126	10.2	75.5		
26. " "	31.640	688	163	12.2	69.6		Laufen.
27. " "	31.340	328	164	12.1	0		Laufen.
28. " "	30.860	565	231	12.6	0		Laufen.
29. " "	30.610	88	157	11.3	0		
30. " "	30.220	113	135	10.7	0		
31. " "	29.870	175	136	10.6	0		
1. Febr. "	29.590						

Datum.	Körpergewicht.	Wasser in Grmm.	Harnmenge in Grmm.	Harnstoff in Grmm.	Koth in Grmm.	Nummer des Versuchs.	Bemerkungen.
16. Nov. 1860	33.750	0	205	20.2 (101.2)	0	8.	mit 1500 Grmm. Fleisch im Gleichgewicht.
17. „ „	33.250	57	224	20.7	0		
18. „ „	32.750	0	190	17.9	0		
19. „ „	32.180	520	146	13.3	0		
20. „ „	32.220						
26. „ „	32.720	0	219	19.8 (51.8)	0	9.	nach 800 Fleisch und 200 Fett.
27. „ „	32.140						
30. „ „	32.950	0	204	18.5 (48.4)	0	10.	nach 800 Fleisch und 200 Fett.
1. Dec. „	32.280	232	159	13.6	157.7		
2. „ „	31.860	242	157	12.4	0		
3. „ „	31.640	0	131	11.1	0		
4. „ „	31.040						
4. April 1861	33.750	435 (247 Knochen)	672	60.1 (180.8)	202.1	11.	nach 2500 Fleisch.
5. „ „	32.870	123	269	24.9	54.1		
6. „ „	32.380	202	221	19.1	0		
7. „ „	31.900	378	252	17.3	0		
8. „ „	31.670	25	151	12.3	0		
9. „ „	31.220	276	247	13.3	0		
10. „ „	31.000	265	325	12.5	69.8		
11. „ „	30.540	15	152	10.1	0		
12. „ „	30.220						
4. Juni „	34.300	163	127	9.6	0	12.	vorh. gemischte Kost.
5. „ „	33.900						
6. „ „	34.500	180	271	8.3	0	13.	vorher 700 Stärke.
7. „ „	33.990						
9. Febr. 1862	35.520	0	306	29.7 (110.8)	98.7	14.	vorher 1500 Fleisch.
10. „ „	34.500	368	211	18.2	0		
11. „ „	34.300	282	196	17.5	0		
12. „ „	33.950	145	184	14.9	0		
13. „ „	33.610	143	181	14.2	0		
14. „ „	33.320	100	168	13.0	0		
15. „ „	33.010	143	191	12.1	0		
16. „ „	32.690	208	167	12.9	80.4		
17. „ „	32.090						
5. März „	32.973	0	254	26.5 (110.8)	0	15.	vorher 1500 Fleisch.
6. „ „	32.170	362	201	18.6	0		
7. „ „	32.100	143	170	15.7	0		
8. „ „	31.770	385	158	14.9	0		
9. „ „	31.320	310	171	14.8	0		
10. „ „	31.210	33	124	12.8	0		
11. „ „	30.710	368	151	12.9	0		
12. „ „	30.630	325	157	12.1	0		
13. „ „	30.360	270	164	11.9	0		
14. „ „	30.050	125	141	11.4	0		
15. „ „	29.795						
26. Juli 1863	32.570	135 (100 Knochen)	351	19.6 (24.7)	220.8	16.	vorher Brodnahrung.
27. „ „	31.120	103	360	5.6	78.2		
28. „ „	30.580	275	285	14.9	0		

Datum.	Körper-gewicht.	Wasser in Grmm.	Harnmenge in Grmm.	Harnstoff in Grmm.	Koth in Grmm.	Nummer des Versuchs.	Bemerkungen.
29. Juli 1863	30.160	258	252	13.2	75.6		
30. „ „	29.760	282	260	12.7	0		
31. „ „	29.490	450	361	13.0	0		
1. Aug. „	29.230						
16. April 1864	35.900	258	233	18.8	0	17.	nach gemischter Kost.
17. „ „	35.570	423	205	14.2	72.2		
18. „ „	35.390	215	196	12.9	71.3		
19. „ „	34.990						
23. „ „	33.150	422	226	15.4 (16.1)	0	18.	vorher nach Hunger viel Fett.
24. „ „	32.960	500	256	15.4	0		
25. „ „	32.790	500	218	15.8	0		Laufen.
26. „ „	31.830	500	175	13.9	0		
27. „ „	31.890						
12. Juni „	35.590	0	479	33.6 (142.9)	0	19.	vorher 2000 Grmm. Fleisch.
13. „ „	34.730	280	372	26.4	108.2		
14. „ „	33.680	310	269	19.4	0		
15. „ „	33.400	122	247	17.6	0		
16. „ „	33.020						
5. Jan. 1865	37.250	0	286	22.0	0	20.	nach gemischter Kost.
6. „ „	36.660	154	221	17.1	0		
7. „ „	36.100	257	161	12.7	0		
8. „ „	35.790	273	168	11.9	0		
9. „ „	35.500	96	177	11.9	0		
10. „ „	35.110						
13. „ „	34.520	117	225	11.9	0	21.	nach Hunger viel Fett.
14. „ „	34.080	262	251	11.3	0		
15. „ „	33.760						
28. „ „	35.880	140	199	15.0	65.5	22.	nach gemischter Kost.
29. „ „	35.470	208	150	10.7	59.0		
30. „ „	35.500	87	152	10.6	0		
31. „ „	34.660	155	144	9.7	0		
1. Febr. „	34.340						
4. „ „	33.770	182	299	11.5	96.0	23.	nach Hunger viel Fett.
5. „ „	33.290	222	267	10.9	0		
6. „ „	32.970						
19. März „	35.270	130	186	14.7	159.4	24.	nach gemischter Kost.
20. „ „	34.630	374	185	14.1	0		
21. „ „	34.360	256	178	13.2	0		
22. „ „	34.000						
8. Juli „	36.020	243	183	15.3	95.8	25.	nach gemischter Kost.
9. „ „	35.390	320	138	11.6	0		
10. „ „	35.090	367	140	11.6	0		
11. „ „	34.880	1000	137	11.2	82.5		Laufen.
12. „ „	34.250	500	150	12.5	0		
13. „ „	34.050	490	141	11.8	0		
14. „ „	33.840						
9. April 1866	34.700	502	338	27.8	0	26.	nach 1500 Fleisch.
10. „ „	34.520	298	222	16.5	0		
11. „ „	34.210	195	191	13.3	0		
12. „ „	33.870	298	174	11.8	0		

Datum.	Körpergewicht.	Wasser in Grmm.	Harnmenge in Grmm.	Harnstoff in Grmm.	Koth in Grmm.	Nummer des Versuchs.	Bemerkungen.
13. April 1866	33.660						
26. " "	33.630	190	345	26.9	0	27.	nach 1500 Grmm. Fleisch.
27. " "	33.220	120	222	16.3	0		
28. " "	32.850	102	180	13.1	0		
29. " "	32.550	108	151	10.9	0		
30. " "	32.310						
4. Mai "	33.250	172	314	25.0	0	28.	nach 1500 Fleisch.
5. " "	32.950	0	215	16.4	0		
6. " "	32.510	210	181	13.3	0		
7. " "	32.310	125	175	12.3	0		
8. " "	32.020						
Hund II.							
26. April 1858	24.550	0	147	18.4	0	29.	nach absteigenden Fleischmengen.
27. " "	24.190	0	209	19.9	0		
28. " "	23.780						
29. " "	23.570	1957	742	21.3	0	30.	nach Hunger 230 Fleisch.
30. " "	24.450						
25. Aug. "	28.430	0	250	16.3	0	31.	vorh. gemischte Kost.
26. " "	27.880	0	191	13.9	0		
27. " "	27.380						
Hund III.							
11. Dec. 1859	20.920	0	209	16.3 (73.1)	75.5	32.	vorher 200 Fleisch und 200 Leim.
12. " "	20.310	0	182	14.3	0		
13. " "	19.920	0	146	11.2	45.5		
14. " "	19.580	0	144	10.7	0		
15. " "	19.440						
Katze.							
1. Nov. 1861	3.105	0	55	5.7	0	33.	vorher längere Zeit 250 Fleisch.
2. " "	3.003	0	43	4.5	17.0		
3. " "	—	0	41	3.9	0		
4. " "	—	7.3	51	3.7	0		
5. " "	2.743	0	41	3.8	0		
6. " "	—	0	39	3.7	0		
7. " "	—	0	37	4.1	0		
8. " "	—	0	37	4.2	0		
9. " "	—	0	35	4.1	0		
10. " "	—	0	36	4.7	0		
11. " "	—	0	36	4.7	0		
12. " "	—	0	48	6.1	0		
13. " "	—	0	48	6.1	0		
14. " "	2.119						

Ueber Brillengläserskalen und Accommodations-Vergleichungen.

Von

Adolph Steinheil.

Von Herrn Professor Rothmund jun. zu einem Vorschlage für geschickte Einrichtung eines Brillenkastens aufgefordert, erlaube ich mir auf eine Unbequemlichkeit aufmerksam zu machen, die mit der jetzt allein üblichen Bezeichnungsweise der Stärke der Brillengläser (durch ihre Brennweiten) nothwendig zusammenhängt, während sie nicht in der Natur der Aufgabe liegt.

Setzt man eine constante Einfallshöhe[1]) voraus, so ist der Ablenkungswinkel, den ein Strahl erleidet, das direkte Maass für die Leistung der Linse; während die Brennweite die Folge dieser Ablenkung ist, unter der Voraussetzung parallel einfallender Strahlen.

Ein und dieselbe Linse wird einen sie bei gleicher Einfallshöhe treffenden Strahl stets um denselben Winkel ablenken, welches auch die Richtung des einfallenden Strahles sein mag. Stellt man dagegen ein und dieselbe Linse in verschiedene divergirende oder convergirende Strahlenbüschel, so lassen die Aenderungen der Vereinigungsweiten nur schwer die gleiche Brennweite der Linse wiedererkennen.

Stellt man eine Skala von Brillengläsern mit gleichen Refraktionsunterschieden[2]) her und drückt die Stärken durch Ablenkungswinkel aus, so werden die Differenzen gleich und um die Brech-

---

[1]) Abstand des Punktes, an welchem ein Strahl die Linse trifft, von der Axe derselben.

[2]) Die Bedeutung des Wortes Refraktionsunterschied, gleich der des Wortes Refraktionsdifferenz in der Abhandlung „Ueber die Reihenfolge der Brillenbrennweiten", von Dr. A. Burrow. Berlin 1864; Verlag von Hermann Peters.

ungskraft y, einer Combination zu finden, wenn die Brechungskräfte der einzelnen Linsen mit c und d gegeben sind, hat man nur der Gleichung zu genügen: $y = c + d$.

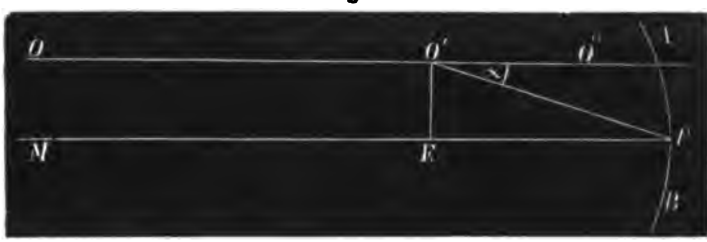
Stellt man dagegen eine Skala von Brillengläsern mit gleichen Refraktionsunterschieden her und drückt ihre Stärken durch Brennweiten aus, so sind die Differenzen, in Zollen ausgedrückt, durchaus nicht gleich und man muss mit Brüchen rechnen, um die Brennweite x einer Combination zu finden, wenn die Brennweiten der einzelnen Linsen a und b gegeben sind. Es wird

$$\frac{1}{x} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b} \text{ oder } x = \frac{ab}{a+b}$$

Man hat somit bei der ersteren Bezeichnungsweise nur die beiden Brechungskräfte der einzelnen Linsen zu addiren, um die der Combination zu bekommen; während bei der Ausdrucksweise durch die Brennweite, die Brennweiten der beiden einzelnen Linsen zu multipliciren sind und das Produkt durch die Summe der beiden Brennweiten zu dividiren ist, wenn man die Brennweite der Combination wissen will.

Man nennt ein Auge normalsichtig, wenn parallel zur Axe einfallende Strahlen in der Ruhelage desselben auf der Netzhaut zum Bilde vereinigt werden. Ist z. B. in Fig. I. E der Hauptpunkt

Fig. I.



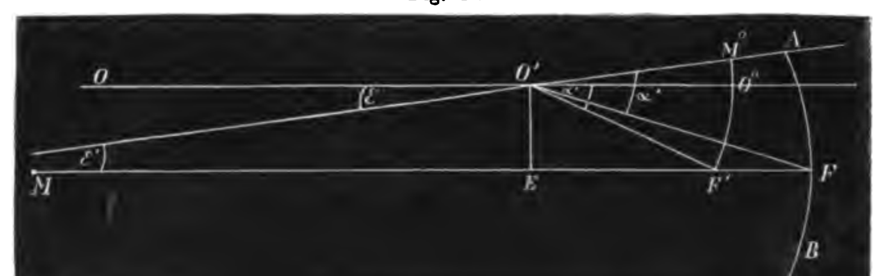
des Auges, AB die Retina, so wird der parallel einfallende Strahl OO' so abgelenkt, als ginge er ungebrochen bis zur Hauptpunktsebene EO' und erlitte hier eine Richtungsänderung um den Winkel $\alpha = O^0 O' F$. In Folge dessen trifft er die Retina bei F, wo das Bild entsteht. Dieses Auge hätte die Brechungskraft α[1]), die wahre Brennweite EF und wäre normalsichtig.

[1]) Für die Einfallshöhe EO'.

Ist nun aber die Brechungskraft eines Auges bei dessen Ruhelage stärker oder geringer als beim normalen Auge, so dass der Bildpunkt vor oder hinter die Retina fällt, so entsteht, was man im ersteren Falle Kurzsichtigkeit, im letzteren Uebersichtigkeit (Hypermetropie) nennt. Die Leistung eines Auges besteht in der Drehung um den Punkt O', den ein einfallender Strahl erleidet; das Auge ist normalsichtig, wenn die Drehung so gross ist, dass bei der Ruhelage des Auges ein parallel einfallender Strahl die Retina im Durchschnittspunkte mit der Axe trifft; ist die Drehung grösser, so ist das Auge kurzsichtig; ist sie kleiner übersichtig.

Da nun, während das Auge sich in der Ruhelage befindet, weder dessen Brechungskraft, noch der Abstand der Retina vom Hauptpunkte geändert werden kann, so besteht die Abhilfe gegen diese Fehler darin, dem einfallenden Strahle eine solche Richtung zu geben, dass er durch die Ablenkung, die das Auge bewirkt, de Augenaxe in ihrem Durchschnittspunkte mit der Retina trifft.

Fig. II.



Nehmen wir ein kurzsichtiges Auge an, so wird ein parallel einfallender Strahl OO' Fig. II. um den Winkel $\alpha' = O^0O'F'$ gebrochen, so dass das Bild bei F' statt auf der Retina bei F entsteht. Der Winkel α' gibt die Brechungskraft des Auges im Punkte O'; er bleibt für die Ruhelage des Auges stets derselbe; verlangt man nun, dass der gebrochene Strahl, statt nach F' nach F zielen soll (dass das Bild auf die Retina fällt) so muss man ihm eine Einfallsrichtung geben, die gegen die Richtung $O'F$ um denselben Winkel α' geneigt ist, wie die Richtung $O'F'$ gegen den parallel einfallenden Strahl $O'O^0$; man macht $\measuredangle M^0O'F = \measuredangle O^0O'F' = \alpha'$.

Der Strahl $O'M^0$, der aus M kömmt, entspricht also der gestellten Bedingung und es ist M der Fernpunkt des kurzsichtigen Auges. Will man nun ein solches Auge durch eine Linse corrigiren, so hat man ein Glas nöthig, das dem parallel einfallenden Strahle OO' die Richtung $O'M^0$ gibt; ein Glas, das nach der jetzt üblichen Bezeichnungsweise die Brennweite $- ME$ hat; oder ein Glas, das den Strahl OO' um den Winkel $OO'M = \varepsilon = \varepsilon'$ ablenkt[1]); ein Glas von der Brechungskraft $= - \varepsilon$.

Für weit- und übersichtige Augen ist der Vorgang ein ganz ähnlicher, nur erhalten die Ablenkungswinkel und Brennweiten der Hilfsgläser conträre Zeichen.

Um die Winkel in allen Fällen direkt vergleichbar zu machen, nehmen wir eine constante Einfallshöhe an. Die Grösse der angenommenen Einfallshöhe ist willkührlich; es wird das Bequemste sein, sie so gering anzunehmen, dass für die vorkommenden Fälle die Winkel so klein bleiben, dass der Unterschied zwischen Bogen und Tangente verschwindend wird, d. h. dass man die Winkel direkt statt der Tangenten setzen darf; ferner ist diese Grösse so zu wählen, dass die Refraktionseinheit eine bequeme Zahl wird. Die Refraktionseinheit, welche zugleich die constante Refraktionsdifferenz bildet, nehme ich für nachfolgende Tafel recht klein an, damit unmittelbar aus der Tafel verschiedene Skalen mit constanten Differenzen entnommen werden können, indem entweder jedes Glied der Tafel, oder jedes zweite, oder jedes dritte etc. benützt wird.

Nennt man, zur Berechnung der Tafel, β die Brennweite der Linse, deren Leistung als Refraktionseinheit angenommen wird, so lässt sich die Einfallshöhe stets so bestimmen, dass die entsprechende Refraktionseinheit im Winkel 1 Sekunde wird; und zwar aus der Formel:

$$O = \beta \text{ arc } 1''$$

wobei O die angenommene Einfallshöhe ist. Hat man so die Refraktionseinheit durch Winkel und Brennweite ausgedrückt, so ergibt sich die ganze Tafel, indem man setzt:

---

[1]) Die Zeichen der Winkel stimmen mit denen der Brennweiten überein, wenn man die Ablenkungen zur Axe positiv, die von der Axe negativ setzt.

$$\begin{array}{lll} & \text{für den Winkel} & \text{für die Brennweite} \\ \text{für das 1}^{\text{te}}\text{ Glied:} & \frac{O}{\beta} = \text{arc } 1'' & \beta = \frac{O}{\text{arc } 1''} \\ \text{für das } n^{\text{te}}\text{ Glied:} & \frac{O}{\beta^0} = n\,(\text{arc } 1'') & \beta^0 = \frac{O}{n\,(\text{arc } 1'')} \\ & = \text{arc } n'' & = \frac{\beta}{n} \end{array}$$

d. h. man erhält eine Tafel mit constanten Refraktionsdifferenzen, wenn man den Winkel der Refraktionseinheit mit 1, 2, 3, 4 . . . n multiplicirt; oder wenn man die Brennweite einer um die Refraktionseinheit brechenden Linse mit 1, 2, 3, 4 . . . n dividirt.

Nehmen wir nun als Refraktionseinheit die Leistung einer Linse von 120 Zoll Brennweite, oder einer Linse, welche bei einer Einfallshöhe von $O = O''.0005818 = \frac{1}{1718{,}9}$ Zoll eine Ablenkung von $\varepsilon = 1$ Sekunde bedingt, so ergibt sich, indem n die Werthe 0, 1, 2 . . . bis 120 annimmt, nachstehende Tabelle.

Brechungskraft des Brillenglases ausgedrückt durch		Brechungskraft des Brillenglases ausgedrückt durch		Brechungskraft des Brillenglases ausgedrückt durch	
den Ablenkungswinkel in Secunden.	die Brennweite in Zollen	den Ablenkungswinkel in Secunden	die Brennweite in Zollen	den Ablenkungswinkel in Secunden	die Brennweite in Zollen
Nro. 0	∞	Nro. 19	6.32	Nro. 38	3.16
1	120.00	20	6.00	39	3.08
2	60.00	21	5.71	40	3.00
3	40.00	22	5.45	41	2.92
4	30.00	23	5.22	42	2.86
5	24.00	24	5.00	43	2.79
6	20.00	25	4.80	44	2.73
7	17.14	26	4.62	45	2.67
8	15.00	27	4.44	46	2.61
9	13.33	28	4.28	47	2.55
10	12.00	29	4.14	48	2.50
11	10.91	30	4.00	49	2.45
12	10.00	31	3.87	50	2.40
13	9.23	32	3.75	51	2.35
14	8.57	33	3.64	52	2.31
15	8.00	34	3.53	53	2.26
16	7.50	35	3.43	54	2.22
17	7.06	36	3.33	55	2.18
18	6.67	37	3.24	56	2.14

Brechungskraft des Brillenglases ausgedrückt durch		Brechungskraft des Brillenglases ausgedrückt durch		Brechungskraft des Brillenglases ausgedrückt durch	
den Ablenkungswinkel in Secunden	die Brennweite in Zollen	den Ablenkungswinkel in Secunden	die Brennweite in Zollen	den Ablenkungswinkel in Secunden	die Brennweite in Zollen
Nro. 57	2.11	Nro. 79	1.52	Nro. 101	1.19
58	2.07	80	1.50	102	1.18
59	2.03	81	1.48	103	1.17
60	2.00	82	1.46	104	1.15
61	1.97	83	1.45	105	1.14
62	1.94	84	1.43	106	1.13
63	1.90	85	1.41	107	1.12
64	1.87	86	1.40	108	1.11
65	1.85	87	1.38	109	1.10
66	1.82	88	1.36	110	1.09
67	1.79	89	1.35	111	1.08
68	1.76	90	1.33	112	1.07
69	1.74	91	1.32	113	1.06
70	1.71	92	1.30	114	1.05
71	1.69	93	1.29	115	1.04
72	1.67	94	1.28	116	1.03
73	1.64	95	1.26	117	1.03
74	1.62	96	1.25	118	1.02
75	1.60	97	1.24	119	1.01
76	1.58	98	1.22	120	1.00
77	1.56	99	1.21		
78	1.54	100	1.20		

In obenstehender Tabelle sind die Brechungskräfte der Brillengläser, einmal durch die Brennweiten in Zollen, dann auch durch den Ablenkungswinkel in Secunden[1]) ausgedrückt; und es sind die Zahlen, welche diese Ablenkung angeben, zugleich als Nummern für die Brillengläser benutzt. Durch diese Bezeichnung drückt die Nummer des Brillenglases dessen Brechungskraft in bequem vergleichbarer Weise aus; denn Nro. 20 bricht 5mal so stark als Nro. 4 und Nr. 32 noch so stark als Nr. 16; der Unterschied in der Brechungskraft zwischen Nro. 100 und Nro. 40 beträgt so viel als die Brechungskraft von Nro. 60. In dieser Weise kann mit

[1]) Für die oben angegebene Oeffnung.

positiven und negativen Linsen (welchen man dann auch negative Nummern gibt) jede Combination hergestellt werden und es ist immer die Summe der verwendeten Nummern gleich der Nummer jenes Glases, welches in der Wirkung der betreffenden Combination entspricht. Z. B. Nro. — 30 und Nro. + 48 gibt Nro. + 18 d. h. eine Linse, die — 30 Secunden ablenkt, combinirt mit einer Linse, die + 48 Secunden ablenkt, wirkt wie eine Linse, die + 18 Secunden ablenkt oder in die jetzige Bezeichnungsweise übersetzt: Eine Linse von — 4 Zoll Brennweite combinirt mit einer Linse von + 2,5 Zoll Brennweite, wirkt wie eine Linse von + 6.67 Zoll Brennweite. Für Cylinderlinsen lässt sich die Tafel ebenfalls anwenden, sowie für Combinationen von Sphären und Cylindern. Setzt man der Nummer ein *c* bei, um den Cylinder zu bezeichnen, so drückt — 6 *c* eine negative Cylinderlinse, die 6 Secunden ablenkt, (von 20 Zoll Brennweite) aus. Combinirt man mit dieser Cylinderlinse ein sphärisches Glas Nro. — 24, so erhält die Combination in einer Richtung die Brechungskraft (— 24 + 0) Secunden (Brennweite — 5 Zoll), in der Richtung senkrecht darauf (— 24 — 6) = — 30 Secunden (— 4 Zoll); hat umgekehrt ein Auge in der verticalen Richtung 20″ als Fernpunkt, in der horizontalen 15″, so bedürfte man für die vertikale Richtung Nro. — 16, für die horizontale Nro. — 8; dies liesse sich auf zwei Arten erreichen, Nro. — 6 sphärisch (— 6 *s*) und Nro. — 2 cylindrisch (— 2 *c*) oder Nro. — 8 sphärisch und Nro. + 2 cylindrisch[1]) $\overset{\frown}{-8s+2c}$.

Nach der von Prof. Donders eingeführten Schreibweise würde dieses Glas bezeichnet:

$$\overset{\frown}{-\tfrac{1}{15}s+\tfrac{1}{60}c}$$

Es ist durchaus nicht meine Absicht vorzuschlagen, dass man von dieser Schreibweise abgehen solle, sondern ich möchte nur die Anwendung der beistehenden Tabelle zur Berechnung der Combinationen empfehlen. Will man periskopische Brillengläser combiniren, so geht das sehr leicht. Das periskopische Glas soll + 20 Zoll Brennweite haben, also eine Brechung wie Nro. 6 unserer

---

[1]) Letztere Combination dürfte geeigneter sein wegen der Annäherung an die periskopische Form.

Tafel; es leisten dies alle Combinationen, deren Nummernsumme + 6 gibt, z. B.:

+ Nro. 72 und — Nro. 66 + 1''.67 Brennw. und — 1''.82 Brennw.
+ Nro. 38 u. — Nro. 32 etc. + 3''.16 Brennw. u. — 3''.75 Brennw.

Eine weitere Verwendung könnte diese Tafel bei der Bestimmung der Accommodationskräfte eines Auges und bei Vergleichung der Accommodationskräfte bei verschiedenen Fernpunkten der Augen finden. Wenn ein normales Auge von unendlich bis auf 8 Zoll accommodiren kann, so hat es nach der von Hrn. Prof. Donders eingeführten Bezeichnungsweise eine Accommodationskraft, die der einer Linse von + 8 Zoll Brennweite entspricht. Nach der Bezeichnungsweise, wie sie in dieser Tafel eingeführt ist, könnte man ausser dieser Bezeichnung auch noch die durch den Winkel ablesen, also in diesem Falle 15 Secunden; es ergeben je 2 Brennweiten (als Nah- und Fernpunkt), welche in dieser Tafel um 15 Nummern oder Secunden auseinanderliegen, gleiche Accommodationskraft z. B.:

Fernpunkt 6'' (Nro. 20); Nahpunkt 3''.43 (Nro. 35)
„ 30'' (Nro. 4); „ 6''.32 (Nro. 19)
„ 3'' (Nro. 40); „ 2''.18 (Nro. 55)

Alle diese Augen hätten eine gleiche Accommodationskraft, welche der einer Linse von 8 Zoll entspräche. Es soll bei vorgerücktem Alter die Accommodationskraft auf ⅓ geschwunden sein, so bleiben 5 Secunden. Nro. 5 der Tafel entspricht 24'' Brennweite; es wäre eine Accommodationskraft von 24 Zoll vorhanden und es ergeben sich für

Fernpunkt ∞ (Nro. 0) ein Nahpunkt 24'' (Nro. 5)
„ 12'' (Nro. 10) „ „ 8'' (Nro. 15)
„ 6'' (Nro. 20) „ „ 4''.80 (Nro. 25) etc.

Auch hier lässt sich aus der Angabe des Fern- und Nahpunktes die Accommodationskraft ausdrücken z. B. Fernpunkt 20'' (Nr. 6) Nahpunkt 13⅓'' (Nro. 9) Accommodationskraft 3 Secunden oder ⅕ der vorher angenommenen normalen. Nach der bisherigen Bezeichnungsweise entspricht der Accommodationskraft von 3 Secunden eine Linse von + 40 Zoll Brennweite.

Was nun die Wahl der Linsensorten anbelangt, die zu einem Brillenkasten verwendet werden sollen, so lässt sich da ein allge-

meiner Vorschlag wohl nicht machen; es hängt diese Wahl von der Anzahl der Gläser, die man verwenden will und von der Grösse der Refraktionsdifferenz, in welcher die Combinationen fortschreiten sollen, ab. Nur dürfte es immer zu berücksichtigen sein, dass für die gegebene Anzahl Linsen die Zahl der Combinationen eine möglichst grosse wird und dass die Reihenfolge bei den schwächeren Nummern eine ununterbrochene, bei den stärkeren eine durch gleichmässige Intervalle unterbrochene werde. Indem ich von dem Vorschlage des Hrn. Dr. Zehender[1]) zu einem solchen Brillenkasten ausgehe und die Zahl von 10 positiven und 10 negativen Linsen beibehalte, glaube ich, dass diesen allgemeinen Bedingungen dabei noch etwas besser entsprochen werden kann. Es dürfte praktisch sein, die zum Brillenkasten verwendeten Linsen alle auf einer Seite plan zu schleifen und sie stets so in die Probirbrille einzusetzen, dass die beiden Planflächen gegeneinander stehen, wobei sich die Linsen möglichst nahe kommen; es tritt hiebei noch der praktische Vortheil ein, dass die Einrichtung zum Schleifen der 10 Radien + und —, welche für den Brillenkasten gewählt werden, vollständig genügt, um Brillengläser von allen Sorten zu schleifen, welche durch Combiniren von je 2 Linsen aus demselben hergestellt werden können.

Wählt man aus vorstehender Tabelle die Nro.:

± 1, ± 2, ± 3, ± 4, ± 5, ± 15, ± 26, ± 37, ± 48 und ± 59

so lassen sich daraus alle Combinationen bis ± 64 und ausserdem noch ± 74; ± 85; ± 96; ± 107 herstellen. Es wären hiemit bei der Refraktionsdifferenz von 1 Sec. oder (120″) bis $\pm$ 1″.87 Zoll alle Brennweiten mit constanten Differenzen herzustellen und ausserdem noch $\pm$ 1.62; $\pm$ 1.41; $\pm$ 1,25; $\pm$ 1.12.

Nachstehende Tafel gibt die mit diesen 10 Paar Linsen herzustellenden Combinationen für die positiven Brennweiten; die Anordnung der Combination ist eine solche, dass immer die peri-

[1]) Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde, herausgegeben von Dr. W. Zehender, IV. Jahrgang, Januar- und Februarheft; Erlangen, Verlag von Ferd. Enke, 1866.

skopische Form angestrebt ist und man erhält in dieser Beziehung den günstigeren Fall, wenn man die, in der Tabelle zuerst genannte Nummer dem Auge näher bringt. (Wobei die dem Auge nähere Linse ihre Planfläche stets vom Auge ab-, die entferntere aber demselben zuwendet.)

Die Tabelle für die negativen Brennweiten ergibt sich mit denselben Berücksichtigungen, wenn man alle Zeichen in der Tabelle ändert und bei jeder Combination die Plätze der beiden Linsen vertauscht.

Es wird gewiss nicht nöthig sein von Nro. 30 an die stärkeren Linsen noch alle durch Schleifen herzustellen und es würde eine Vereinbarung über diejenigen Nummern, welche geschliffen werden sollen, die Fabrikation sicher sehr erleichtern.

Die Combination			Die Combination		
nach der neuen Bezeichnung	nach der bisherigen Bezeichnung	wird hergestellt durch	nach der neuen Bezeichnung	nach der bisherigen Bezeichnung	wird hergestellt durch
Nr. 1 Sec.	1 : 120.00	Nr. + 1	Nr. 22 Sec.	1 : 5.45	Nr. — 4 + 26
2	1 : 60.00	+ 2	23	1 : 5.22	— 3 + 26
3	1 : 40.00	+ 3	24	1 : 5.00	— 2 + 26
4	1 : 30.00	+ 4	25	1 : 4.80	— 1 + 26
5	1 : 24.00	+ 5	26	1 : 4.62	+ 26
6	1 . 20.00	+ 1 + 5	27	1 : 4.44	+ 1 + 26
7	1 : 17.14	+ 2 + 5	28	1 : 4.28	+ 2 + 26
8	1 : 15.00	+ 3 + 5	29	1 : 4.14	+ 3 + 26
9	1 : 13.33	+ 4 + 5	30	1 : 4.00	+ 4 + 26
10	1 : 12.00	— 5 + 15	31	1 : 3.87	+ 5 + 26
11	1 : 10.91	— 4 + 15	32	1 : 3.75	— 5 + 37
12	1 : 10.00	— 3 + 15	33	1 : 3.64	— 4 + 37
13	1 : 9.23	— 2 + 15	34	1 : 3.53	— 3 + 37
14	1 : 8.57	— 1 + 15	35	1 : 3.43	— 2 + 37
15	1 : 8	+ 15	36	1 : 3.33	— 1 + 37
16	1 : 7.50	+ 1 + 15	37	1 : 3.24	+ 37
17	1 : 7.06	+ 2 + 15	38	1 : 3.16	+ 1 + 37
18	1 : 6.67	+ 3 + 15	39	1 : 3.08	+ 2 + 37
19	1 : 6.32	+ 4 + 15	40	1 : 3.00	+ 3 + 37
20	1 : 6.00	+ 5 + 15	41	1 : 2.92	+ 4 + 37
21	1 : 5.71	— 5 + 26	42	1 : 2.86	+ 5 + 37

Die Combination			Die Combination		
nach der neuen Bezeichnung	nach der bisherigen Bezeichnung	wird hergestellt durch	nach der neuen Bezeichnung	nach der bisherigen Bezeichnung	wird hergestellt durch
Nr. 43 Sec.	1 : 2.79	Nr. — 5 + 48	Nr. 56 Sec.	1 : 2.14	Nr. — 3 + 59
44	1 : 2.73	— 4 + 48	57	1 : 2.11	— 2 + 59
45	1 : 2.67	— 3 + 48	58	1 : 2.07	— 1 + 59
46	1 : 2.61	— 2 + 48	59	1 : 2.03	+ 59
47	1 : 2.55	— 1 + 48	60	1 : 2.00	+ 1 + 59
48	1 : 2.50	+ 48	61	1 : 1.97	+ 2 + 59
49	1 : 2.45	+ 1 + 48	62	1 : 1.94	+ 3 + 59
50	1 : 2.40	+ 2 + 48	63	1 : 1.90	+ 4 + 59
51	1 : 2.35	+ 3 + 48	64	1 : 1.87	+ 5 + 59
52	1 : 2.31	+ 4 + 48	74	1 : 1.62	+ 15 + 59
53	1 : 2.26	+ 5 + 48	85	1 : 1.41	+ 26 + 59
54	1 : 2.22	— 5 + 59	96	1 : 1.25	+ 37 + 59
55	1 : 2.18	— 4 + 59	107	1 : 1.12	+ 48 + 59

Ausdrücklich muss ich noch zum Schlusse hervorheben, dass ich mich strenge auf dem Standpunkte des Optikers hielt und die Entscheidung der richtigen Einheit für die Refraktionsdifferenz; ferner die Beurtheilung, welche Nummern bei den starken Linsen ausgelassen und durch Aenderung des Glasabstandes vom Auge ersetzt werden dürfen; endlich die Wahl des Abstandes des Glases vom Auge überhaupt[1]) und die Berücksichtigung des Umstandes, dass Kurzsichtige häufig noch über ihren Nahepunkt gehen, um, wenn auch undeutlicher doch grösser zu sehen, aus Mangel an Erfahrungen hierüber den Fachmännern überlassen muss.

[1]) Es dürfte nicht indicirt sein, den Abstand des Glases vom Auge mit in die Rechnung einzuführen, da er sich dadurch vollständig eliminiren lässt, dass man die Proben zur Bestimmung des nöthigen Glases im nämlichen Abstande macht, in welcher die Brille getragen werden soll.

Kalkdegeneration der Gefässe im Gehirn.

Von

Max Hubrich.

(Hierzu Tafel 5.)

Unter den Befunden, welche die microscopische Untersuchung kranker Gehirne bisher ergeben hat, gehört die Einlagerung von Kalksalzen in die Wandungen kleiner Blutgefässe in bedeutender Ausdehnung zu den Seltenheiten. In einer Anzahl von 70 Gehirnen habe ich zwar oft vereinzelte krystallinische Ablagerungen gesehen; eine ausgebreitete Degeneration der Gefässe durch Kalkeinlagerung aber nur in zwei Fällen beobachtet. Auch Wedl, der über die Erkrankungen der Hirngefässe sehr werthvolle Untersuchungen bekannt gemacht hat[1]), gibt an, dass die Verkalkung in solcher Ausdehnung, dass ganze Gefässnetze incrustirt erscheinen, selten seien. Ich kenne, als besonders hieher gehörig, zwei Fälle von Virchow[2]); ein dritter ist von Bamberger[3]) beschrieben, ein vierter von Delacour[4]) ist mir nur aus Güntz's[5]) Zusammenstellungen bekannt. Alle Beobachter von Verkalkungen in der Gehirnsubstanz lassen dieselben in oder an Gefässen sich bilden; nur Rokitansky[6]) ist der Ansicht, dass „diese Incrustationen, die in Allem mit dem Sand in der Zirbeldrüse übereinkommen, aus Verknöcherung von Nervenmarktrümmern hervorgehen". Die Seltenheit der Erkrankung in ausgedehnterem Maasse rechtfertigt wohl eine kurze Beschreibung der beiden mir zur Beobachtung gelangten Fälle, wenn auch das ana-

---

1) Sitzungsberichte der Wiener Academie. B. 37 u. B. 48. I.

2) Archiv. IX. 4. 1856. S. 620.

3) Verhandlungen der physic.-medic. Gesellschaft zu Würzburg, 1856, 6. Bd.

4) Annales medico-psycholog. XIV. 458.

5) Psychiatr. Zeitschrift. B. XX. H. 2 u. 3. 1863.

6) Lehrbuch der path. Anatomie. II. S. 472. 1856.

tomische Verhalten der Gefässe hiebei bereits bekannt und durch Wedl ganz richtig dargestellt ist. Dass der Krankheitsverlauf in beiden Fällen wenigstens in seinen Hauptzügen angegeben und die Erscheinungen im Leben mit dem Befund zusammengehalten werden können, erhöht das Interesse derselben. Ich schicke daher eine kurze Krankheitsskizze jedes einzelnen Falles dem anatomischen Befunde voraus:

I. Fall. M. W., eine Frau von 21 Jahren, 3 Jahre verheirathet, Mutter zweier Kinder, lebte in ärmlichen Verhältnissen und in unglücklicher Ehe. Gegen Ende der zweiten Schwangerschaft wurde sie zurückgezogen, theilnahmslos, unbekümmert um Hauswesen und Familie. Aderlässe ohne Besserung. Auch die Geburt, von der man sich einen günstigen Einfluss auf den geistigen Zustand versprochen hatte, brachte keine Aenderung. Die Kranke wurde im Gegentheil noch apathischer, sprach fast nichts, sass immer in sich gekehrt ohne alle Beachtung der Aussenwelt. Die wenigen Worte, welche man ihr entlockte, waren unzusammenhängend, sinnlos, zeigten von völliger Unfähigkeit zu denken und gänzlichem Verlust des Gedächtnisses. Es ist bemerkenswerth, dass das Leiden, abweichend von dem sonstigen Auftreten psychischer Erkrankungen, sogleich mit den Erscheinungen des geistigen Verfalles, des Blödsinns, einherging. Die Kranke kam im vierten Monat der Erkrankung in ein Spital; dort beobachtete man an ihr verschiedene krankhafte Sinneserscheinungen; sie hielt sich noch für schwanger; glaubte es wüchsen ihr lauter neue Zähne; hörte beschimpfende Stimmen. Im sechsten Monat der Krankheit wurde sie der Irrenanstalt übergeben. Sie war noch wohlgenährt, von jugendlichem Aussehen, bereits aber waren deutliche Lähmungserscheinungen nachzuweisen. Die Sprache war lallend, die herausgestreckte Zunge zitterte stark, konnte nicht gespitzt werden; der Gang war unsicher, schwankend, sie hielt sich an den Tischen, um nicht zu fallen. Sie sitzt fast immer mit verschränkten Armen, deren Bewegung erschwert ist. Sie entleert die Auswurfsstoffe, wo sie sich eben befindet, wahrscheinlich unwillkührlich. Oft knirscht sie mit den Zähnen. Grössenwahn, der die fortschreitende Lähmung sonst so regelmässig

begleitet, bestand nicht. Die angegebenen Lähmungserscheinungen nahmen im Laufe der nächsten Monate rasch zu, die Sprache wurde immer undeutlicher, so dass die Kranke nur mehr einzelne Worte undeutlich herausstossen konnte; die Bewegungen der obern Extremitäten wurden sehr unsicher; wenn die Kranke nach etwas griff, kam sie mit den Händen neben den Gegenstand. Die Entleerungen erfolgten ganz unbewusst; am auffallendsten und vollständigsten aber wurde die Lähmung der untern Extremitäten; sie fiel um, sobald sie zu stehen versuchte; als sie desshalb im Bett gelassen wurde, zog sie die Füsse mehr und mehr gegen den Leib, so dass die Kniee in der Nähe der Brust lagen; sie wurden in dieser Stellung immer unbeweglicher und blieben endlich unverändert die letzten zwei Monate des Lebens. Noch in keinem Falle von fortschreitender Lähmung konnte ich die Unbeweglichkeit der untern Extremitäten bis zu solchem Maasse beobachten. Ueber die Empfindungsfähigkeit konnte bei dem Geisteszustand der Kranken ein sicheres Urtheil nicht gewonnen werden. Berührung der untern Extremitäten schien sie nicht wahrzunehmen; bei Bewegungen derselben, Aufheben, Umwenden, schrie sie. Schon im siebenten Monat der Krankheit hatte die Patientin abzumagern begonnen; die Abmagerung schritt aussergewöhnlich rasch fort, und erreichte einen enormen Grad. In den letzten zwei Monaten entwickelte sich Decubitus an allen durch das Liegen gedrückten Stellen; am rechten Trochanter gedieh derselbe so weit, dass der Knochen blosgelegt wurde. Etwa einen Monat vor dem Tode zeigte sich noch eine ungewöhnliche Erscheinung, nämlich die Bildung von Pemphigus an den sämmtlichen Extremitäten. An der Aussenfläche der obern und der Vorderfläche der untern Extremitäten bildeten sich durch Aufhebung der Epidermis Blasen im Durchmesser von 1—4 Zoll; dieselben trockneten wieder ein, die Epidermis schuppte sich ohne Geschwürsbildung ab und machte einer jungen Oberhaut Platz, nach deren Bildung sich der Prozess nicht mehr wiederholte. Die Kranke unterlag endlich einer Lungenentzündung, nachdem der ganze Krankheitsverlauf etwas über ein Jahr gedauert hatte.

Die Leichenöffnung wies Folgendes nach: Schädeldach sehr dicht und schwer; die innere und äussere Knochenlamelle desselben verdickt,

die schwammige Zwischensubstanz fast gänzlich in compacte Knochenmasse umgewandelt. Harte Hirnhaut ziemlich fest mit der Innenfläche des Schädeldaches verwachsen. Ueber ihre Innenfläche ausgebreitet ist eine dünne Schichte ergossenen Blutes theils von rostbrauner, theils frisch rother Farbe, von sulziger Consistenz und leicht ablösbar. Die Spinnwebenhaut verdickt und getrübt, viel Flüssigkeit unter derselben angesammelt. Weiche Gehirnhaut sehr blass. Die Gehirnwindungen schmal, atrophirt. Die Höhlen erweitert, mit Flüssigkeit gefüllt, die sie umgebenden Gebilde von äusserst weicher Consistenz. Graue Substanz der Grosshirnwindungen sehr blass, weich. Auch die Marksubstanz der Hemisphären leicht zerreisslich. Das graue Lager des rechten Streifenhügels fällt durch gelbliche Entfärbung auf. Die auffallendsten Veränderungen zeigt schon für das freie Auge das kleine Gehirn. Dessen Spinnwebenhaut ist stark getrübt und verdickt. An den Windungen erscheint der blassgraue Streifen, welcher auch im normalen Zustande durch die graue Rindensubstanz schwach sichtbar ist, gelblich gefärbt. Führt man einen Schnitt durch das ganze Kleinhirn, so fühlt das Messer einen eigenthümlichen Widerstand, als wenn man kleine rauhe Körper zu durchschneiden hätte. Auf der Schnittfläche bemerkt man eine Menge aus der Marksubstanz hervorragende hart anzufühlende Spitzen. Mit der Pincette lassen sich diese in der Länge von $^1/_2$—$^3/_4$ Zoll aus der Marksubstanz hervorziehen und man erkennt sie durch ihre Verästelung leicht als Gefässe. Zerquetscht man ein solches Gefäss zwischen den Branchen der Pincette, so hat man das Gefühl, als zerdrückte man Sand. Auf der Schnittfläche zeigt sich ferner, dass die äussere graue Rindenschichte sehr weich, gelatinös durchscheinend ist, dass ihre Dicke um die Hälfte geringer ist, als im Normalzustand; sie lässt sich von der benachbarten Körnerschichte ohne Mühe ablösen. Die rostfarbene oder Körnerschichte ist schmutziggelblich, entfärbt, ihre Schnittfläche nicht glatt, sondern von grobkörnigem Ansehen. Partikeln dieser Schichte zwischen den Fingern zerrieben erzeugen dasselbe Gefühl, wie das Zerquetschen der sandreichen Zirbeldrüse; quetscht man die Substanz mit der Pincette, so hört man ein knisterndes Geräusch von zerriebenem Sand; kurz es stellt sich heraus, dass die Körnerschichte (Gerlach) fast durch

das ganze Kleinhirn in eine sandige Masse umgewandelt erscheint oder eine solche eingelagert enthält. Nicht an allen Partien des Kleinhirns ist indess die Entartung in gleichem Maasse vorgeschritten. Schon mit freiem Auge lässt sich erkennen, dass die vorderen Unterlappen am stärksten erkrankt sind; an diese reihen sich die hinteren Unter- und hinteren Oberlappen; nur in geringem Grad und microscopisch nachweisbar sind die vorderen Oberlappen ergriffen. Aus den meist degenerirten Partien erscheint auch die Markschichte der einzelnen Windungen ähnlich gelblich gefärbt wie die Körnerschichte und geht fast ohne Farbenunterschied in sie über. Die microscopische Untersuchung bestätigt, dass der Process in der oben angegebenen Reihenfolge vorwärts schritt. Unterziehen wir zuerst die am wenigsten erkrankten Windungen der vorderen Oberlappen der microscopischen Untersuchung, so findet sich, dass nur in einer geringen Anzahl von Gefässen theils feinere, theils grössere krystallinische Kugeln abgelagert sind; der grössere Theil der Schichte ist noch unversehrt, graue Rinde und Mark noch vollkommen frei. Die ersten Anfänge liegen also zweifellos in der Körnerschichte (Fig. 1). Die Untersuchung der stärker erkrankten Partien weist eine Vermehrung der krystallinischen Gebilde an Menge und Grösse nach; dieselben durchlagern die ganze Körnerschichte; weiterhin findet man auch die Gefässe in der Marksubstanz der Windungen, endlich im vorgeschrittensten Stadium des Processes auch die der grauen Rindenschichte und zwar an ihrem innern, der Körnerschichte angrenzenden Rande ergriffen. Die Ablagerungen in der Körnerschichte erscheinen als massenhafte runde, stäbchenförmige, zu Drusen angehäufte, zu Kugelhaufen gruppirte, glänzende, häufig verästelte krystallinische Körper (Fig. 3 *c*, Fig. 4 *c*). In der Markschichte zeigen sich lange Röhren mit krystallinisch glänzenden Wandungen, das Lumen noch mit Blutkörperchen gefüllt (Fig. 3 *d* und Fig. 5), ebenso Anhäufungen derselben glänzenden Kugeln, wie in der Körnerschichte (Fig. 4 *d*). In der grauen Rindenschichte sind nur jene Kapillaren, welche aus der Körnerschichte kommen, erkrankt und mit kleineren krystallinischen Kugeln besetzt (Fig. 3 *b*).

Die chemische Untersuchung erweist die krystallinischen Einlagerungen als kohlensauren Kalk. Der Beginn der Erkrankung ist

zwar ohne Zweifel in den Gefässen zu suchen, doch scheinen sich im weiteren Fortschritt der Degeneration auch ausserhalb der Gefässe kalkige Ablagerungen zu bilden. Während nämlich die länglichen verzweigten Krystallformen nach der Lösung in Salzsäure ein Kapillargefäss mit geschrumpften Kernen zurücklassen, bleibt nach Auflösung der Kugeln häufig eine organische Grundlage in Form concentrisch geschichteter Körper übrig, die sich nicht in oder an Gefässen befinden (Fig. 6). Sie haben optisch viele Aehnlichkeit mit den Amyloidkörpern, reagiren aber nicht auf Jod. An Schnitten, die vom gehärteten Gehirn angefertigt wurden, lässt sich leicht nachweisen, dass die kleinen Arterien, welche von der Pia mater aus durch die graue Rinde in die Körnerschichte verlaufen, erst dann degenirt sind, wenn sie in die Nähe der letzteren gelangt sind. Die Wandungen nehmen zuerst feinkörnige Kalksubstanz auf; je näher das Gefäss gegen die Körnerschichte kommt, desto grösser werden die eingelagerten Kalkkugeln (Fig. 3 *e*), bis endlich das ganze Gefäss sich in krystallinische Massen verzweigt (Fig. 3 *e*).

Bei dieser hochgradigen Gefässdegeneration konnte mit gutem Grund auch an Veränderungen in den Elementen der einzelnen Schichten des Kleinhirns gedacht werden; unterziehen wir daher das Verhalten derselben der microscopischen Analyse. An den Nervenfasern der Marksubstauz ist nichts vom Normalen Abweichendes zu beobachten. Die Körner der rostbraunen Schichte sind besser erhalten, als man nach der massenhaften Kalkeinlagerung annehmen konnte; sie erscheinen nur etwas geschrumpft, etwa $^1/_5$ kleiner als normal. Gleichwohl bleibt zu vermuthen, dass ein Theil derselben zu Grunde gegangen ist, denn der Raum, welchen der abgelagerte Kalk in Anspruch nimmt, konnte wohl nur auf Kosten anderer Elemente gewonnen werden. Bedeutender erscheint die Veränderung der grossen Ganglienzellen, welche am innern Rande der grauen Rindenschichte in geringen Abständen von einander liegen und ihre mächtigen Fortsätze zur vielfachen Verästelung in die letztere aussenden. Die zu untersuchenden Schnitte wurden der Gerlach'schen Imbibitionsmethode mit Carmin [1]) unterzogen, mit-

[1]) Gerlach, microscopische Studien.

telst welcher es mir am normalen Kleinhirn jederzeit leicht gelang, diese Zellen und ihre Ausläufer zur deutlichen Anschauung zu bringen. An unserm erkrankten Gehirne waren von diesen Zellen in der That nur mehr Rudimente aufzufinden. Trotz der Imbibition konnte ich in einem Schnitte, auf welchen, normal gerechnet, 40—50 Ganglienzellen treffen konnten, kaum mehr als 4—5 entdecken; diese waren verschmälert, oft bis zur spindelförmigen Gestalt, enthielten einen kleinen verkümmerten Kern; der starke mächtige Fortsatz, der von der äusseren Peripherie der Zelle abgehen soll, fehlt entweder ganz, oder verjüngt sich sogleich nach seinem Abgang zu einem feinen Fädchen, das sich nicht weiter in die graue Rinde hinein verfolgen lässt (Fig. 10 *b*); in letzterer Schichte sind durchaus keine Ausläufer der Ganglienzellen aufzufinden (Fig. 10 *a*, zum Vergleich eine normale Ganglienzelle).

Ich kann es mir bei Anführung dieses für die Erklärung der Functionsstörungen des Kleinhirns gewiss nicht unerheblichen Befundes nicht versagen, auf den Werth desselben von einem andern Gesichtspuncte aus aufmerksam zu machen. Die hier erkrankten und atrophirten Ganglienzellen sind bekanntlich am frischen Gehirn und ohne Reagens nicht ganz leicht zu sehen. Ohne die Degeneration der Gefässe in den angrenzenden Schichten würde daher kein besonderer Werth darauf gelegt worden sein, wenn man dieselben am frischen Gehirn nicht gefunden hätte; ebenso wäre die geringere Menge in den Körnern der zweiten Schichte leicht übersehen und der Fall somit unter jene rubricirt worden, die keinen wesentlichen Befund ergaben. Die vorgeschrittene Erkrankung der Gehirnelemente blieb also nur desshalb nicht unbeachtet, weil die hochgradige Gefässerkrankung als ein handgreiflicher Fingerzeig zur besondern Untersuchung mittelst der geeigneten Methoden aufforderte. Wie glaublich erscheint das Uebersehen geringerer Veränderungen, wenn zudem ein solcher Fingerzeig nicht besteht? Nichts ist daher mit grösserer Vorsicht aufzunehmen und weniger für Schlüsse stichhaltig, als negative Befunde microscopischer Gehirnuntersuchungen.

Das Verhalten der im Marklager des Kleinhirns verkalkten

Arterien ist ein mit den Angaben Wedl's[1]) ganz übereinstimmendes. Die Einlagerung beginnt ohne Zweifel in der mittleren Arterienhaut in Form kleiner Kalkkugeln, welche an Wachsthum zunehmen, aneinander backen und schliesslich zu einer zusammenhängenden Kalkmasse werden, welche eine starre Scheide um das Lumen bildet. Fig. 8 zeigt eine solche Arterie aus dem Marke, deren Wandung mit Ausnahme der äusseren Haut (adventitia) vollständig verkalkt und durch Benetzung mit Wasser zu einzelnen Platten zerrissen ist. Häufig gehen von solchen Arterien kleinere Zweige ab, an welchen die Kalkkugeln noch nicht zusammengebacken sind (Fig. 7). Zuweilen lassen sich zwischen verkalkten Stellen desselben Gefässes ganz gesunde Partien nachweisen. Die Unversehrtheit der Adventitia beweist am besten eine Arterie, an welcher die starre Media durch die Präparation abgebrochen ist und die Bruchenden sich wie bei fracturirten Knochen übereinander schieben, während die Adventitia an der Bruchstelle nur ausgestülpt wird (Fig. 9).

Noch bleibt das Verhalten des Streifenhügels, dessen graue Substanz oben als gelblich entfärbt angegeben wurde, zu erwähnen. Aehnlich wie im Anfangsstadium der Erkrankung in der Körnerschichte des Kleinhirns sind hier die Kapillargefässe in grösster Menge mit kleinen Kalkkugeln besetzt, so dass sich die Schlingen und Figuren des Kapillarnetzes ganz gut verfolgen lassen (Fig. 2*a*). Die Ganglienzellen und die Bindesubstanz des Streifenhügels lassen keine Veränderung nachweisen. Ausser den bisher erwähnten Gebieten finden sich Gefässe mit verkalkten Wandungen noch im nucleus dentatus des Kleinhirns, in den Olivenkernen des verlängerten Markes, in der Varolsbrücke und im Rückenmark; an allen diesen Theilen jedoch in geringer Menge und Ausdehnung.

Zur Vervollständigung führe ich noch kurz den Befund in den übrigen Organen an:

Allgemeine Blutarmuth. Oberlappen der rechten Lunge in grauer Hepatisation, im Unterlappen ein pyämischer Keil. In der Rindensubstanz der rechten Niere mehrere Gruppen hirsekorngrosser weisser weicher Knötchen eingelagert, welche aus Kernen und Mo-

---

[1]) l. c.

lecülen bestehen (Tuberkel?). Die grossen Gefässe gesund. Ausser der oberflächlichen Necrose des grossen Trochanters in Folge des Decubitus keine Knochenerkrankung.

II. Fall. R. F., 47 Jahre alt, Mutter von 3 Kindern, Taglöhnerswittwe, zeigte bei ihrer Aufnahme das Krankheitsbild eines Uebergangsstadiums aus Melancholie in Blödsinn, mit Hallucinationen des Gehörs und Gesichtes. Sie war körperlich sehr abgemagert; Lungentuberculose nachweisbar. Die Lähmungserscheinungen, welche man beobachtete, waren incontinentia urinae et alvi; der Harn träufelte beständig ab, auch Koth wurde nicht in grösseren Quantitäten, sondern in kleinen und sehr oft entleert. Die rechte Pupille doppelt so weit als die linke. Die Bewegungen der Extremitäten waren kräftig und sicher; auch als die Abmagerung sehr rasch zunahm und bereits Oedeme an Händen und Füssen und im Gesicht auftraten, waren keine Lähmungserscheinungen an den Extremitäten wahrnehmbar. Ja die Kranke verliess noch in den letzten Tagen vor dem Tode öfter das Bett und gieng umher. Der Tod erfolgte nach 1$^1/_2$ jähriger Krankheitsdauer. Der Leichenbefund war folgender:

Das Schädeldach sehr dick; die schwammige Knochensubstanz fast durchweg in feste Masse umgewandelt. Die Dura mater umschliesst das Gehirn schlaff. Die Gehirnoberfläche zeigt schmale atrophische Windungen. Consistenz des Gehirns im Allgemeinen weich. In der Marksubstanz der grossen Hemisphären finden sich unregelmässig zerstreut etwa 8 erbsengrosse erweichte Stellen, welche kleine, mit röthlich breiiger Masse gefüllte Höhlen darstellen. Auf dem Durchschnitt der Marksubstanz sieht man eine Menge stachelartig hervorragender Gefässe mit starren verkalkten Wandungen, welche sich in der Länge bis zu einem Zoll als steife feste Stäbchen mit der Pincette hervorziehen lassen. Der Obliteration solcher verkalkter Gefässe verdanken ohne Zweifel die kleinen Erweichungsherde ihre Entstehung. Auch in den Seh- und Streifenhügeln und in der Marksubstanz des kleinen Gehirns sind zahlreiche starrwandige verkalkte Gefässe.

Eine ausgebreitete Verkalkung nicht nur grösserer mit freiem

Auge wahrnehmbarer Gefässe, sondern auch der Kapillaren wies die microscopische Untersuchung nur in beiden Streifenhügeln nach. Besonders an der Oberfläche derselben ist die Substanz vollständig in eine griesige sich wie Sand anfühlende Masse umgewandelt, die aus krystallinischen Kugeln und Drusen besteht. Zwischen den Kalkablagerungen ist wohl noch etwas fasriges Gewebe, aber in demselben sind keine normalen Elemente mehr nachweisbar. In Configuration und Anordnung gleichen die Kalkablagerungen denen des vorigen Falles so sehr, dass eine Abbildung überflüssig erscheint. In den grösseren Gefässen der Marksubstanz beginnt der Verkalkungsprocess wie im vorigen Fall, mit Einlagerung kleiner Kalkkügelchen in die Adventia, die dann durch Wachsthum zu einer zusammenhängenden Kalkmasse werden. Die oben erwähnten kleinen Erweichungsherde bestehen aus Molecülen und Körnchenzellen.

Ausser der Kalkdegeneration zeigt das Central-Nervensystem noch andere erwähnenswerthe Veränderungen. Schon bei der Untersuchung im frischen Zustande fiel mir im kleinen Gehirn sowohl als im Rückenmarke eine ungewöhnliche Menge von amyloiden Körpern auf. Um die Lagerung und Menge derselben richtiger beurtheilen zu können, härtete ich die Theile und untersuchte dann an feinen Schnitten, zum Theil nach Carminimbibition. Im kleinen Gehirn zeigten die Durchschnitte Anhäufungen von Amyloidkörpern in der grauen Substanz zu Herden, welche die ganze Dicke der grauen Rinde einnehmen (Fig. 14 *e*). In der Marksubstanz finden sich dieselben Körper nur zerstreut. An vielen Windungen finden sich ausserdem zwischen der grauen und der Körnerschichte kleine Höhlungen vom Durchmesser $^1/_4$ Linie, an einer Windung deren 2—6, welche mit einer zarten Bindegewebsmembran ausgekleidet sind. Es sind dies wohl durch Atrophie entstandene kleine Cysten, welche den auf der Oberfläche des Gehirns öfter zu beobachtenden analog sind (Fig. 14 *d*).

Im Rückenmark wies die Untersuchung von Längs- und Querschnitten eine colossale Anhäufung amyloider Körper nach. Dieselben finden sich sowohl zerstreut zwischen den Nervenfasern und in den Bindegewebszügen, als in grossen Lagern oder zu kleinen Häufchen und Nestern angesammelt. In einem Querschnitt aus der

Lendengegend (Fig. 11) sind an zwei Stellen (*b*) nämlich im linken Hinter- und im rechten Vorderstrang Amyloidkörper zu grossen Lagern angehäuft. Das Verhalten ist nicht im ganzen Verlauf der Stränge das gleiche, sondern die Ansammlungen finden sich bald mehr in den Vordersträngen, bald vorwiegend in den Hinter- oder Seitensträngen. In besonderer Menge sind sie indess fast überall in der Nähe der Hinterhörner und in den Bindegewebszügen vorhanden. An Längsschnitten ist es häufig zu beobachten, dass durch Anhäufungen amyloider Körper die Nervenfasern auseinander gedrängt sind. Dieser Umstand spricht meines Erachtens gegen Rokitansky's Anschauung, nach welcher die Amyloidkörper aus den Marktrümmern der durch Bindegewebswucherung zerstörten Nervenfasern sich bilden sollen. [1])

Ich kann mir a priori eine mechanische Zertrümmerung von Nervenfasern durch Bindegewebswucherung nicht denken, und glaube, dass die von Rokitansky beobachteten Marktrümmer durch die Untersuchungsmethode — Durchschnitt am frischen Rückenmark und Abheben der überquellenden Substanz mit dem Messer — erzeugt sind und ebenso am normalen Rückenmark erzeugt werden können. Man überzeugt sich in unserm Falle an feinen Längsschnitten in der That unschwer, dass die Nervenfasern nicht zertrümmert, sondern nur durch die eingelagerten Amyloidkörper auseinander gedrängt sind. (Fig. 12.) Indess erscheinen die Nervenfasern allerdings in anderer Weise krankhaft verändert. Ihre Scheide ist verdickt, molecülär infiltrirt, brüchig; durch Präparation mit Nadeln lassen sich eine Menge freier Axencylinder oder solche darstellen, die streckenweise frei, streckenweise noch mit der Scheide versehen sind; ferner sind die Scheiden mit feinen Bindegewebsfäserchen besetzt, die von einer Nervenfaser zur andern gehen. (Fig. 13 *a*. und 13 *b*. im Querschnitt.) Die Menge des Marks ist vermindert, und häufig sind die Scheiden, wie auch Friedreich angiebt [2]), collabirt. Ich halte es zwar wohl für möglich, dass das Mark der Nervenfasern das Material für die amyloiden Körper abgiebt, aber

[1]) Ueber Bindegewebswucherung. Sitzungsberichte der Wien. Acad. 1857. S. 523.

[2]) Virchow Archiv B. 26. H. 3 u. 4. 1863.

eine vorherige Zertrümmerung der Nervenröhren ist mir nach dem vorliegenden Befund höchst unwahrscheinlich. An den Blutgefässen des Rückenmarks findet sich die von Wedl[1]) und Billroth[2]) beschriebene Bindegewebswucherung in Form einer feinen molecülären das Gefäss umkleidenden Substanz, ferner Einlagerungen amyloider Körper in die Gefässwand in grosser Menge. (Fig. 12*a.*)

Auch in der Arachnoidea und Pia mater des Rückenmarkes sind, besonders den erkrankten Stellen des Rückenmarkes entsprechend, Einlagerungen amyloider Körper in enormer Menge, oft mit molecülärer Degeneration der Bindegewebsbündel, vorhanden. Erwähnenswerth erscheint mir endlich die bedeutende Erweiterung des canalis spinalis, dessen Lumen sicher das 3—4fache seiner gewöhnlichen Weite beträgt.

Wenn dieser Fall in seinen Einzelnheiten Nichts bietet, was ihn vor den bisherigen Beobachtungen auszeichnet, so ist es meines Wissens doch der erste, in welchem Kalk- und Amyloiddegeneration an demselben Individuum nachgewiesen werden konnten.

Aus dem Befund in den übrigen Organen vermerke ich noch folgendes:

Verwachsung der Lungenpleuren. Tuberculöse Infiltration in beiden Oberlappen mit bis haselnussgrossen Cavernen. In der sehr fetthaltigen Leber auf der vorderen Fläche ein wallnussgrosser weicher weisser Knoten eingelagert, den die microscopische Untersuchung als Cylinderepithelkrebs in Fettdegeneration begriffen erweist.

Beide Nieren an Volum geschwunden; die Rindensubstanz schmal, blass, derb, von speckigem Glanz. Verdickung und glänzendes Ansehen der Gefässwandungen, molecüläre Einlagerungen in den Müller'schen Kapseln; fettige Entartung der Epithelien in den Harnkanälchen.

Vergleichen wir schliesslich mit ein paar Worten unsere beiden und die von andern Beobachtern mitgetheilten Fälle in Bezug auf Symptome und Befund. In Bamberger's Fall (Verkalkung im Mark des Gross- und Kleinhirns und im Streifenhügel) und in dem

---

[1]) l. c.

[2]) Archiv f. Heilkunde 1864. II. 1.

Delacour's (im Centrum semiovale und Streifenhügel) war wie in unsern beiden incontinentia urinae et alvi vorhanden. Die hochgradige Abmagerung haben unsere Fälle mit einem Virchow's und dem Bamberger's gemeinsam. Hochgradige Schwäche aller Extremitäten ohne eigentliche Lähmung giebt Bamberger an.

Von Virchow's Fällen war der eine mit Caries verschiedener Knochen, der andere (bei einer 65jährigen Frau) mit Knochenschwund an dem Schädeldach verknüpft. Virchow vermuthet desshalb, dass die Kalkablagerungen im Gehirne „metastatische“ seien, indem der aus den Knochen resorbirte Kalk hier abgelagert werde. Unsere beiden Fälle liefern für diese Anschauung keinen Beleg. Mit Ausnahme der durch den Decubitus im ersten Fall blosgelegten Partie des Trochanters waren die Knochen gesund, die Schädelknochen sogar in beiden Fällen sehr verdickt und sclerosirt. Unser erster Fall, in welchem mit hochgradiger Degeneration einer ganzen Schichte des Kleinhirns die ausgebildetste Lähmung der untern Extremitäten Hand in Hand geht, reiht sich den Belegen an, welchen die Pathologie und Vivisectionen für die hervorragende Betheiligung des Kleinhirns an der Physiologie der Bewegung ergeben haben.[1])

Verzeichniss der Abbildungen.

Fig. 1. Schnitt aus einer Windung des vorderen Oberlappens. Beginn der Kalkeinlagerung in den Gefässen der Körnerschichte. *a.* Pia mater. *b.* Graue Rinde. *c.* Körner-, *d.* Markschichte. (200.)

Fig. 2. Graue Substanz des Streifenhügels. *a.* Ablagerung kleiner Kalkkugeln in den Capillargefässen. *b.* Querdurchschnittene Nervenfaserbündel. (200.)

Fig. 3. Schnitt aus einer stark entarteten Kleinhirnwindung. *a.* Pia mater. *b.* Graue Rinde. *c.* Körnerschichte ganz von Kalk

[1]) Vergl. Meynert und Duchek. Medic. Jahrbücher d. k. k. Gesellschaft d. Aerzte. Wien 1864. 4. H. S. 102 u. 44.

durchsetzt. *d.* Markschichte. Bei *e* aus der Pia eintretende Gefässe. (200.)

Fig. 4. Ein ähnlicher Schnitt, zur vollkommenen Wiedergabe der Figuren mit der Camera lucida gezeichnet. *a*, *b*, *c*, *d* wie in Fig. 3. An der Grenze der grauen Rinde einige Ganglienzellen.

Fig. 5. Gefäss mit Umwandlung der Wandung in krystallinischen Kalk mit erhaltenem Lumen; aus der Markschichte einer Windung.

Fig. 6. Geschichtete Körper, welche nach Auflösung der Kalkkugeln in Salzsäure zurückbleiben.

Fig. 7. Gefäss aus dem Marklager. Einlagerung von Kalkkugeln.

Fig. 8. Grösseres Gefäss aus dem Marklager. Die mittlere Haut in Kalkmasse umgewandelt, die im Wasser zu Platten zerrissen ist. *a.* Adventitia. *b.* Media.

Fig. 9. Gefäss mit abgebrochener Media, ebendaher.

Fig. 10. *b.* Geschrumpfte Ganglienzellen von der Grenze der grauen Rinde. *a.* Eine normale zum Vergleich.

Fig. 11. Querschnitt des Rückenmarkes in der Lendengegend. *b.* Anhäufung amyloider Körper in grossen Lagern im linken Hinter- und rechten Vorderstrang. *a.* Canalis spinalis.

Fig. 12. Längsschnitt ebendaher. Amyloideinlagerung zwischen den auseinandergedrängten Nervenbündeln. *a.* Gefäss dessen Wandung mit Amyloidkörpern durchlagert ist.

Fig. 13. *a.* Nervenfaser mit molecülär degenerirter Scheide. *b.* Querdurchschnitt einer solchen.

Fig. 14. Schnitt durch eine Kleinhirnwindung. *a.* Pia mater. *b.* Graue Rinde. *c.* Körnerschichte. *d.* Eigenthümliche Aushöhlungen zwischen beiden letzteren. Bei *e* ein Nest von amyloiden Körpern. *f.* Markschichte.

Ueber ein eigenthümliches Verhalten der grauen Gehirnsubstanz gegen Wasser.

Von

Max Hubrich.

(Hierzu Tafel 6.)

Das Wasser ist ein bei der microscopischen Untersuchung des frischen Gehirns so vielfach angewandtes Reagens, dass es nicht überflüssig erscheinen wird, auf eine Wirkung aufmerksam zu machen, die es auf die graue Gehirnsubstanz ausübt, zumal diese Wirkung leicht Täuschungen und falsche Deutungen veranlassen kann. Von letzterer Möglichkeit habe ich mich sowohl durch die eigene Erfahrung wie durch Besprechung des Gegenstandes mit Andern überzeugt; auch in der Literatur finde ich eine Angabe, der zufolge das Verhalten der grauen Substanz, welches ich nunmehr für ein Resultat der Wassereinwirkung halte, als pathologisches Product aufgefasst wurde. Leidesdorf nämlich beschreibt in dem pathologisch-anatomischen Theil seines Lehrbuches[1]) in der Gehirnrinde „grosse zartwandige wie blasige Gebilde, die weder einen Kern noch körnigen Inhalt führen und sich durch besondere Lichtbrechung auszeichnen, so dass sie an amyloid-degenerirte Gebilde erinnern; aber bei Jod- und Schwefelsäureprüfung niemals violette Färbung annahmen". Er sah solche Gebilde vorzüglich bei Melancholikern und alten Leuten, aber auch bei Kindern und Typhösen.

Ich schliesse aus dieser Angabe bestimmt, dass Leidesdorf die betreffenden Gehirne mit Wasserzusatz untersucht hat; er wird dieselben Gebilde auch an ganz normalen Gehirnen auffinden, wenn er sie auf gleiche Weise untersucht. Durch ein sehr einfaches Verfahren lassen sich solche grosse zartwandige, blasige Gebilde an

---

[1]) Lehrbuch der psychischen Krankheiten. Erlangen 1865.

jedem normalen frischen Menschenhirn, ebenso leicht am Gehirn vom Lamm, Schwein, Kalb, Gemse, Reh darstellen. Dasselbe besteht in Anfertigung eines dünnen Schnittes, nachdem man zuvor die zu schneidende Stelle sowohl, als die Messerklinge stark mit Wasser befeuchtet hat, und in möglichster Vermeidung mechanischer Insulte bei Uebertragung des Schnittes auf das ebenfalls mit einem Tropfen Wasser versehene Objectglas. Um den Druck des Deckglases zu vermeiden, bringe man zu beiden Seiten des Schnittes kleine Stücke von Deckgläsern an. Untersucht man nun einen solchen Schnitt aus der grauen Gehirnsubstanz mit schwachen Vergrösserungen (20—50malige reicht schon aus) so fällt auf den ersten Blick ein eigenthümliches Verhalten auf. Die Substanz des Schnittes erscheint nämlich wie mit kleinen Lücken ziemlich gleichmässig durchsetzt (Fig. 1), ausgenommen eine dünne, der Pia mater angrenzende Lage. Besieht man sich diese Lücken mit stärkeren Vergrösserungen (150—300), so überzeugt man sich, dass sie alle eine scharfe Contur besitzen und dass in den meisten ein Kern liegt, so dass sie das Ansehen von zartwandigen, blasigen Zellen mit klarem wässrigen Inhalt darbieten (Figg. 2, 4, 7, 9). An normalen Gehirnen ist mir die Darstellung dieses Verhaltens unter 15 Fällen nur einmal nicht gelungen. Diese scharf conturirten blasigen, mehrentheils kernhaltigen Gebilde sind äusserst zahlreich in der ganzen Dicke der Rindensubstanz, ausgenommen die äusserste Schichte, wahrnehmbar (Fig. 2 *e*); nach innen findet man sie noch ziemlich zahlreich zwischen den Nervenfaserbündeln, welche aus der grauen Rinde in die Markmasse verlaufen (Fig. 2 *d*). Ihr Durchmesser beträgt durchschnittlich 0,03^{mm}, schwankt indess zwischen 0,026 und 0,036^{mm}. Bei den Thieren ist er durchweg etwas geringer. Die Gestalt ist rund, unregelmässig rund, oder oval (Fig. 4 *a*, *b*). Der Kern hat 0,005^{mm} im Durchmesser, und besitzt einen fein granulirten Inhalt und ein schwer sichtbares Kernkörperchen; er liegt bald mehr in der Mitte, bald nahe an der Contur. In der Nähe des Kerns findet sich häufig ein kleines Häufchen feiner Körnchen (Fig. 3, 4). Sehr selten findet man in einer Blase zwei Kerne (Fig. 5); zuweilen fehlt der Kern nur in einzelnen Blasen, an einigen Hirnen vermisste ich ihn in allen.

Aeusserst selten gewahrt man Bilder, die den Eindruck machen, als gingen hohle, sich in der Molecülarsubstanz verlierende Fortsätze von den Blasen ab (Fig. 6). Ziemlich häufig sieht man einer Blase den ovalen grossen Kern einer Ganglienzelle mit den umgebenden Körnchen anliegen (Fig. 4 *b*).

Es liegt natürlich nahe, diese Gebilde für Zellen zu halten; die scharfe bestimmte Contur lässt sich leicht auf eine zarte Zellmembran beziehen. Besonders wird man dazu geneigt, wenn man das Verhalten zweier einander anliegender Blasen beobachtet, zwischen welchen man jedesmal einen feinen Faden wie eine trennende Membran sich hindurchziehen sieht (Fig. 3). Findet man sie am kranken Gehirne, so wird man sie für pathologische Producte, für degenerirte Zellen halten, da man sie als normale Elemente nicht kennt. Dies war in der That anfangs auch meine Meinung; weiterhin nach der Auffindung derselben in einer Reihe normaler Gehirne von Menschen und Thieren hielt ich sie für ein normales Element der grauen Substanz. Aus folgenden Gründen erachte ich diese blasenförmigen Zellen ähnlichen Gebilde nunmehr für ein Product der Wassereinwirkung:

1. Ohne Behandlung mit Wasser lassen sich im frisch untersuchten Gehirn solche Gebilde nicht nachweisen.

2. Eine Isolirung derselben, oder die Darstellung ihrer Membran durch Präparation unter dem Microscop ist auch mit der grössten Mühe und Sorgfalt nicht möglich.

3. Dieselben finden sich niemals an den Schnitträndern, sondern immer nur in einiger Entfernung von denselben.

4. Fertigt man Schnitte statt mit Wasser mit etwas concentrirteren Reagentien, mit Eiweiss, Humor aqueus, Kochsalzlösung von 0,7 % Gehalt, so sind diese blasigen Gebilde nicht aufzufinden; selbst bei 0,2 % Kochsalzlösung zeigen sie sich noch nicht. Sie lassen sich aber nun durch allmähligen Wasserzusatz darstellen, und zwar erscheinen sie zuerst als kleine Blasen und dehnen sich um so mehr aus, je verdünnter die den Schnitt umgebende Flüssigkeit wird, bis sie endlich die eben angegebene Grösse erreicht haben. Ersetzt man das Wasser wieder durch Kochsalzlösung, so macht man sie wieder verschwinden, ebenso durch andere Reagentien, wie Essigsäure, Weingeist, Chromsäure, Natron, Jod. Nur in

verdünntem Glycerin bleiben sie bisweilen längere Zeit sichtbar. Ein Theil derselben geht auch durch die fortdauernde Wassereinwirkung wieder zu Grunde, indem die umgebende Molecülarsubstanz durch Aufquellen die Blase zusammendrängt (Fig. 8).

Wie in der grauen Rinde, so ist auch in den grauen Lagern der Seh- und Streifenhügel die Bildung dieser Blasen leicht nachzuweisen. Welche Elemente an deren Bildung am wesentlichsten betheiligt sind, vermag ich nicht genau anzugeben, vermuthe aber, dass die Molecülarsubstanz das Material hiefür ist, da ich weder an Ganglienzellen noch an Nervenfasern während der Wassereinwirkung eine hierauf bezügliche Veränderung wahrnehmen konnte. Auf die Entstehung derselben scheint die Consistenz der grauen Substanz nicht ohne Einfluss zu sein. An den weichen Gehirnen der an progressiver Paralyse Verstorbenen bilden sie sich zahlreicher und werden grösser, als bei den derben Gehirnen alter Blödsinnsformen (Fig. 10). Häufig erreichen sie in den ersteren den doppelten Durchmesser im Vergleich zum Normalen, und sind nach verschiedenen Richtungen hin ausgebuchtet. Fig. 11 stellt die Conturen solcher ausgebuchteter Blasen aus der grauen Rinde eines Paralytikergehirnes dar. Es erscheint mir daher die Prüfung dieser Blasenbildung bei Untersuchung der Gehirne von Geisteskranken nicht ganz ohne Belang. Wenn ich auch den genauen Nachweis, wie diese eigenthümlichen Blasen durch den Wassereinfluss entstehen, schuldig bleiben muss, so kann ich doch durch die gegebenen Andeutungen vielleicht manchem Untersucher kranker Gehirne einen unnöthigen Umweg ersparen. Soweit ich der Literatur über die Histologie der grauen Substanz mächtig bin, habe ich ausser bei Leidesdorf nur noch in einer Arbeit von His[1]) Andeutungen gefunden, die ich auf das beschriebene Verhalten beziehen zu dürfen glaube. Dieser Autor macht die Angabe, dass man an Schnitten aus dem frischen Gehirn mit schwachen Vergrösserungen runde und ovale Lücken sehe, die zum Theil vollständig leer, zum Theil von Gefässen unvollständig ausgefüllt seien. His theilt diese Lücken

---

[1]) Ueber ein perivasculares Canalsystem der nervösen Centralorgane. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. 1865. B. XV. 1.

dem Lymphsysteme zu; eine Anschauung, für welche mir meine bisherigen Untersuchungen keinen Beleg ergeben haben.

Verzeichniss der Abbildungen.

Fig. 1. Schnitt mit Wasser befeuchtet aus der grauen Gehirnrinde des Lammes. (20.)

Fig. 2. Aus der Gehirnrinde vom Menschen. *a.* Pia mater. *b.* Schichte ohne Blasenbildung. *c.* Ganglienzellen. *d.* Nervenfaserzüge. *e.* Die durch Wassereinwirkung entstehenden Blasen. (100.)

Fig. 3. Zwei einander anliegende Blasen vom Menschen. (300.)

Fig. 4. Einzelne Blasen vom Menschen, rund, oval und unregelmässig rund. *c.* Umgebende Molecülarsubstanz. *d.* Scharfe Contur. *e.* Kern. *f.* Körnchenhaufen. *b.* Eine Blase, welcher der Kern einer Ganglienzelle anliegt. (300.)

Fig. 5. Blasen mit zwei Kernen vom Menschen. (300.)

Fig. 6. Blasen, von welchen Ausläufer abzugehen scheinen, *a.* aus normalen, *b. c.* aus kranken Gehirnen. (300.)

Fig. 7. Dieselben Blasen vom Lamm. (300.)

Fig. 8 stellt das Zugrundegehen einer Blase durch fortdauernde Wassereinwirkung dar. (300.)

Fig. 9. Blasen aus der grauen Rinde des Schweines. (300.)

Fig. 10. An Durchmesser verringerte kernlose Blasen aus Gehirnen Blödsinniger.

Fig. 11. Conturen ausgebuchteter Blasen aus Paralytikergehirnen.

Anmerkung zur vorhergehenden Arbeit des Hrn. Dr. Hubrich.

Von

Ludwig Buhl.

In der Klinik der Geburtskunde von Hecker und Buhl I. Bd. 1861 habe ich p. 283 bei Gelegenheit der Besprechung der Meningitis puerperal inficirter Neugeborner folgende Bemerkung eingeflochten: „In der grauen Rinde des Gehirns liess sich der Befund wahrnehmen, den ich seit vielen Jahren bei keiner Meningitis und nicht nur bei Kindern, sondern auch bei Erwachsenen vermisse, nämlich grosse, mit farbloser, durchsichtiger Flüssigkeit erfüllte Räume mitten in der körnigen Grundmasse, die sich durch den constanten Kern und die scharfe membranöse Begrenzung als hydropisch aufgetriebene Zellen erwiesen und scheint aus der Analogie mit denen bei Erwachsenen, bei welchen gewöhnlich eine Gruppe bräunlicher Pigmentkörner in einer Hälfte der Blase nicht fehlt, ferner wegen der Beschaffenheit des Kernes und Kernkörpers kein Zweifel, dass es die Ganglienkörper der Hirnwindungen sind, welche auf die genannte Art unter dem Einflusse der Entzündung leiden.“

Die berührten farblosen Räume in der körnigen Grundmasse der Gehirnrinde sind genau dieselben, welche Hr. Hubrich in der vorangehenden Arbeit beschreibt und weiss ich ausserdem in der Literatur nirgendwo eine Andeutung darüber. Ich kann bestätigen, dass sie unter gewöhnlichen Verhältnissen sich nicht vorfinden und fast regelmässig erscheinen, wenn das Präparat mit Wasser behandelt wird. Es ist daher um so interessanter, dass sie unter besonderen Verhältnissen auch ohne künstliche Behandlung mit Wasser erscheinen, da ich zur Untersuchung der Gehirnrinde bei Meningitis niemals Wasser anwandte.

Die Leichen, von welchen das Gehirn untersucht wurde, waren jedenfalls frisch genug; denn die Sectionen werden fast immer in

der Zeit der Leichenstarre, oft schon früher, vorgenommen und ist es sattsam beweisend, wenn ich angebe, dass der in Rede stehende Befund nicht die Regel, sondern die Ausnahme war. Allerdings habe ich die fraglichen Gebilde nur bei Meningitis hervorgehoben; sie erscheinen aber, wie mich weitere Erfahrungen lehren, nicht bloss bei dieser Krankheit, sondern in jedem Gehirne, welches sich durch übermässigen Wassergehalt auszeichnet und führt auch Hr. Hubrich an, dass „die Consistenz der grauen Substanz nicht ohne Einfluss auf ihre Entstehung zu sein scheint, denn sie bilden sich an den weichen Gehirnen der an progressiver Paralyse Verstorbenen zahlreicher und grösser, als bei derben Blödsinnsgehirnen.“

Vorausgesetzt also, dass man bei Anfertigung des mikroskopischen Präparates kein Wasser anwendet, ist das Erscheinen der blasigen Gebilde ein Zeichen vermehrten Wassergehaltes des Gehirnes selbst und der Befund ein unbestreitbar pathologischer. Ich habe sie auf hydropisch aufgetriebene Ganglienzellen zurückgeführt; ich bin auch heute der Ansicht, dass diese Deutung nicht unrichtig ist. Es kommen indess auch solche vor, welche Ganglienzellen nicht angehören, nämlich solche, deren Kern mit dem Kerne einer Ganglienzelle keine Aehnlichkeit besitzt, in denen keine Pigmentkörner sich befinden, ja solche, in denen gar kein Kern sich findet und zwar neben unveränderten Ganglienzellen; auch erscheinen sie in der verschiedensten Grösse.

Ich halte sie demnach — Alles zusammengenommen — für das Produkt der Wasseraufquellung eiweissartiger Substanz, wie des Zelleninhaltes, des Protoplasma's, der Grundmasse der Gehirnrinde. Die aufgequollene Substanz zeigt sich sodann in Form der sogenannten Eiweisstropfen innerhalb oder ausserhalb von Zellen oder zellenähnlichen Körpern.

Hr. Hubrich hat das Verdienst, die Art der Entstehung der fraglichen Körper gleichsam durch das Experiment erhärtet zu haben.

Ueber die krampfstillende Wirkung des constanten electrischen Stromes.

Ein physiologischer Beitrag zur Electrotherapie

von

Johannes Ranke.

Trotzdem E. du Bois-Reymond in dem geschichtlichen Theile seiner „Untersuchungen über thierische Electricität“ [1]) schon im Jahre 1848 das deutsche ärztliche und physiologische Publikum auf Nobili's merkwürdige Entdeckung aufmerksam gemacht hat, dass gewisse allgemeine, krankhafte, tetanische Zustände durch die Einwirkung des constanten electrischen Stromes zum Verschwinden gebracht werden können, hat doch dieser offenbar für die praktische Medicin so wichtige Gegenstand bisher keine weitere, eingehendere Untersuchung erfahren. Es leuchtet auf den ersten Blick ein, wie wichtig die Möglichkeit einer direkten Einwirkung auf die genannten Krankheitsformen werden müsste, denen die therapeutische Praxis bis jetzt noch so rathlos gegenübersteht.

Die angeführte Beobachtung Nobili's ist folgende.

Besonders gegen Ausgang des Winters leiden die lange ohne Futter in kalter Temperatur aufbewahrten Frösche, wie jedem organischen Physiker bekannt ist, sehr häufig an einem „idiopathischen Tetanus.“ Besonders verfallen die Frösche in solche tetanische Krämpfe, denen man, um sie zu electrischen Versuchen nach Galvani's Vorgang herzurichten, das Rückenmark durchschneidet, was bei gesunden Thieren nur eine einmalige heftige Zuckung aller Rumpfmuskeln hervorruft. Nobili machte in einigen Fällen die zufällige Bemerkung, dass ein in diesem Zustande befindlicher

[1]) A. a. O. Bd. I. pag. 382 ff.

Frosch durch das Hindurchleiten eines constanten Stromes in einer Richtung beruhigt wurde, während die andere, wie er angiebt, keine Veränderung hervorbrachte. Ueber die krampfstillende Stromrichtung machte er keine weiteren Angaben, doch empfiehlt er seine Wahrnehmung der Aufmerksamkeit der Aerzte.[1])

Neun Jahre später wurde die Nobili'sche Beobachtung von Matteucci aufgenommen.

Seiner ersten Mittheilung nach behauptete er, durch viele Versuche erwiesen zu haben, dass ein im Frosche aufsteigend gerichteter elektrischer constanter Strom den Tetanus aufhebe, während ein absteigender ihn erhöhe. Er führte also hierin die Nobili'sche Angabe über die ungleiche Wirkung der verschieden gerichteten Ströme weiter aus.[2])

Er war so sehr von der Tragweite dieser Beobachtung überzeugt, dass er sie sogleich zu Heilzwecken am Menschen zu verwenden versuchte. Er wendete in Gemeinschaft mit Farina den Strom einer 30 — 40 paarigen Säule bei einem an Tetanus traumaticus in Folge eines Schrotschusses in den Unterschenkel leidenden Manne an. Der Strom war vom Kreuzbeine bis zum Nacken aufsteigend gerichtet, und soll wirklich Matteucci's Angabe nach die Krämpfe vorübergehend gelöst haben. Es sind selbstverständlich Vorsichtsmaassregeln erforderlich und in dem besprochenen Falle auch zur Anwendung gekommen, um in einen so starken, heftig wirkenden Strom den Patienten „einzuschleichen", damit das Hereinbrechen des Stromes keine Rückenmarks- und Nervenreizung hervorrufe.

Leider ist auch diese Angabe Matteucci's, welche die praktische Verwendbarkeit der Nobili'schen Entdeckung beweisen würde, wie manche seiner anderen nicht im Stande, uns ein sicheres Zutrauen einzuflössen.

In einer späteren Mittheilung nimmt er sogar seine vorher ausgesprochene Behauptung von der verschiedenen Wirkung der

---

[1]) E. du Bois-Reymond a. a. O. pag. 382. — Nobili, Annales de Chimie et de Physique Mai 1830. T. XLIV. p. 91—93.

[2]) Die Literatur dieses Gegenstandes findet sich vollkommen bei E. du Bois-Reymond a. a. O. Bd. I. pag. 383; Anmerkung 1.

elektrischen Strömungsrichtung auf den Tetanus stillschweigend zurück und sagt nur noch von Fröschen, welche durch Opium oder Strychnin in Krämpfe verfallen seien: „Si alors on fait passer dans ces animaux, pris dans ce dernier état, un courant électrique d'une certaine intensité, on voit, en le prolongeant, cesser la roideur de leurs membres, et les secousses disparaissent. Ces grenouilles meurent après un certain temps, mais sans donner de signes de tétanos. Afin de rendre moins forte la contraction qui a lieu au commencement du courant, il vaut mieux employer le courant inverse.“ [1])

Es ist diese Schwankung in den Angaben in Verbindung mit dem zuerst von E. du Bois-Reymond ausgesprochenen Bedenken, ob das neue Palliativmittel in seiner Anwendung bei dem Menschen sich nicht als schädlich erweisen würde, wohl unter die hauptsächlichsten Gründe zu rechnen, warum das Rückenmark, trotz der glänzenden Erfolge, welche die physiologisch-experimentelle Forschung in den letzten Jahren bei Untersuchung der Einwirkung constanter Ströme auf die Lebenseigenschaften der Muskeln und Nerven errungen hatte, in derselben Richtung nicht eine nähere Beobachtung erfahren hat.

Meine eigene Beschäftigung mit diesem Gegenstande verdankt ihren Beginn einem beinahe zufällig neben anderen Versuchen zu dem Pflüger'schen Gesetze des Electrotonus angestellten Experimente, mehr zu dem Zwecke unternommen, die Angabe Matteucci's als unhaltbar zu erweisen, als sie näher zu prüfen.

Bei diesen ersten und einem Theile der folgenden Untersuchungen wurde ich von Herrn Dr. L. Erlenmeyer unterstützt.

Schon unsere ersten an mit Strychnin vergifteten Fröschen angestellten Versuche überzeugten uns von der Richtigkeit der Angabe, dass dieser Tetanus durch Hindurchleiten eines constanten Stromes zum Verschwinden gebracht werden könne.

Wenn man einen elektrischen Strom von mässiger Stärke so schliesst, dass er das Rückenmark der Länge nach durchfliesst, so verschwinden die Reflexkrämpfe momentan; das Thier liegt mit beweglichen Gliedern in vollkommener Apathie. Mit dem Oeffnen des

[1]) Traité des phénomènes électro-physiologiques des animaux, pag. 270.

Stromes kommen nach einigen Augenblicken die Krämpfe auf Berührung zurück.

Die Wahl der Stromstärke ist bei diesen Versuchen von der grössten Bedeutung. Sie wurde von uns durch ein du Bois-Reymond'sches Rheochord abgestuft, welches beliebige Bruchtheile der Stromstärke von 4—6 kleinsten Grove'schen Elementen zu benützen erlaubte. Eben dieselbe Vorrichtung diente auch zu den im Folgenden zu beschreibenden Versuchen. Eine eingeschaltete Pohl'sche Wippe erlaubte es, die Stromrichtung beliebig zu wechseln, ein du Bois-Reymond'scher Schlüssel zum Tetanisiren diente zur Unterbrechung und Schliessung des constanten Stromes. Als Electroden wurden 8 Messingspitzen zur Seite des Rückenmarkes, die eine oben, die andere unten, abwechselnd rechts und links eingestossen.

Während sehr schwache Ströme stark reizend wirken und keine Aufhebung des Tetanus hervorrufen, endeten zu starke Ströme das Schauspiel mit einem Male. Der Tetanus hörte nach einer kräftigen Zuckung auf, ohne nach der Oeffnung der Kette wieder zu erscheinen, da das Rückenmark sich durch die heftige Einwirkung vollkommen gelähmt zeigte. Der Tod des Thieres tritt unter diesen Umständen beinahe momentan ein.

Am schönsten gelingt die Beruhigung der tetanischen Anfälle in einem Stadium, in welchem tactile Reize nur noch sehr kurzwährende Reflexkrämpfe, Reflexzuckungen hervorrufen. Hat man die richtige Stromstärke durch vorsichtiges Ansteigen mit derselben gefunden, so verhält sich der Frosch, während der Strom geschlossen ist, vollkommen ruhig auf dieselben und auf stärkere tactile Reize, als die welche vor dem Schluss und sogleich nach der Oeffnung des constanten Stromes unfehlbar Zuckungen auslösen.

So lange die Energie der Krämpfe noch eine sehr starke ist, sieht man von den Strömen von anwendbarer Stärke manchmal gar keine Wirkung, oft werden durch die Einwirkung des Stromes die Zuckungen auf tactile Reize nur schwächer, ohne ganz zu verschwinden.

Stets stellt sich nach einiger Zeit bei dieser Anwendung des elektrischen Stromes bei den mit Strychnin vergifteten Fröschen trotz der symptomatischen Besserung der Tod ein.

Bisher war von dem Einflusse der Stromrichtung auf die Aufhebung der Krämpfe noch nicht die Rede.

So wahrscheinlich es scheinen mochte, dass sich am Rückenmarke ein ähnliches Verhalten, wie es bei den Nerven Pflüger an den Electroden des constanten Stromes nachgewiesen hat, geltend machen könnte, so dass etwa auch hier an der Anode Verminderung, an der Kathode Erhöhung der Erregbarkeit zu beobachten wäre, so sicher lässt es sich im Gegensatze dazu erweisen, dass die Richtung des Stromes, ob er auf- oder absteigend das Rückenmark durchfliesst, ganz in gleicher Weise krampfstillend wirkt.

Dagegen ist der Strom wirkungslos, wenn er das Rückenmark quer durchsetzt.

Einige Beispiele von Versuchen werden die beobachteten Verhältnisse am leichtesten anschaulich machen.

Versuchsbeispiel Nr. I.

Beginn des Versuches 5 hor. 42'.

Es wurde $^1/_2$ gtt. conc. Strychninlösung unter die Rückenhaut eines Frosches gebracht.

Der erste Krampfanfall 5 hor. 45'.

1. Nun wurde ein schwacher Strom — 25 C.-M. am Rheochord von 6 kleinsten Grove's — in absteigender Richtung durch das Rückenmark des vergifteten Thieres geschickt:

   der Tetanus wird dadurch nicht geschwächt, er ist nach dem Oeffnen noch gleich stark vorhanden.

2. Es wurde nun der Strom bis auf eine ganze Rheochordlänge und 25 C.-M. verstärkt:

   während dem der Strom das Rückenmark aufsteigend durchfliesst, tritt auf Berühren kein wahrer Tetanus ein, nur schwache, momentane Reflexkrämpfe.

   Nach dem Oeffnen: Berühren ruft starke Reflexkrämpfe hervor.

3. Derselbe Strom in derselben Richtung geschlossen:

   auf tactile Reize keine Reflexkrämpfe;

   nach dem Oeffnen:

   starke Reflexkrämpfe.

4. Der Strom in derselben Richtung geschlossen:
   keine Reflexkrämpfe;
   geöffnet:
   starke Reflexkrämpfe, doch nehmen sie an Stärke ab, der Frosch wird matter.
5. Wie oben.
6. 5 hor. 49′, derselbe Strom in umgekehrter Richtung absteigend im Rückenmark geschlossen:
   auf tactile Reize keine Reflexkrämpfe;
   geöffnet:
   ziemlich starke Reflexkrämpfe etc. etc.

Versuchsbeispiel Nr. II.

Beginn des Versuchs in der gleichen Weise wie im ersten Versuchsbeispiele, 5 hor. 17′.

Erster Krampfanfall 5 hor. 20′.

Ein aufsteigender Strom — 6 kleinste Grove's, 75 C.-M. am Rheochorde.

1. Der Strom aufsteigend geschlossen:
   kein eigentlicher Tetanus, nur Wühlen in den Muskeln;
   geöffnet: starker Krampf.
2. Derselbe Strom geschlossen:
   die Zuckungen verschwinden, kehren dann schwach zurück;
   geöffnet: starke Zuckung.
3. Derselbe Strom geschlossen:
   schwache Reflexzuckung.
4. Der Strom, bis auf 100 C.-M. verstärkt, in der gleichen Richtung geschlossen:
   ganz schwache Reflexzuckung;
   geöffnet: starke Reflexzuckung.
5. Geschlossen: ganz schwache Reflexzuckung;
   geöffnet: stärkere Reflexzuckung.
6. In der gleichen Richtung wurden 9 Rheochordlängen eingeschaltet, der Strom geschlossen:
   sehr schwache Reflexzuckung;

geöffnet: starke Reflexzuckung;
geschlossen: nahezu 0.

7. Der Strom wurde nun absteigend im Rückenmark geschlossen, während nur 25 C.-M. vom Rheochord eingeschaltet waren:
   es treten auf tactile Reize schwache Zuckungen ein;
   der Strom wurde auf 50 C.-M. verstärkt:
   Reflexzuckung ganz schwach;
   bei 75 C.-M. Rheochordlänge:
   Reflexzuckung nahezu 0;
   bei 90 C.-M. Rheochordlänge:
   Reflexzuckung kaum sichtbar, ebenso bei 100 C.-M. Rheochordlänge.
   Der Strom geöffnet:
   starke Reflexzuckung.

8. Es wurden nun 3 ganze Rheochordlängen eingeschaltet, der Strom blieb absteigend geschlossen:
   keine Reflexzuckung;
   geöffnet: Reflexzuckung;
   geschlossen: keine Reflexzuckung;
   geöffnet: Reflexzuckung.

9. Die gleiche Stromstärke aufsteigend geschlossen:
   keine Reflexzuckung;
   geöffnet: Reflexzuckung aber schwach, etc. etc.

Die vorstehenden Versuchsbeispiele zeigen möglichst alle hier beobachteten Verhältnisse; das zweite Beispiel beweist, wie schwer es unter Umständen gelingen kann, die richtige Stromstärke aufzufinden, welche die Reflexkrämpfe unfehlbar unterbricht.

Alle von mir in grosser Zahl angestellten Versuche machen es deutlich, dass die richtige Wahl der Stromstärke für den Erfolg von unbedingter Bedeutung ist; ist die richtige Stromstärke nicht getroffen, und sie ist verschieden je nach verschiedenen individuellen Körperverhältnissen der Thiere, an denen man experimentirt, so tritt der Erfolg nur sehr wenig deutlich in die Augen.

Die Stromwahl erfolgt am sichersten, wenn man von den schwächsten ziemlich rasch zu stärkeren Strömen ansteigt.

Es musste nun die Frage aufgeworfen werden, auf welche Weise bringt der constante Strom diese Beruhigung der Krämpfe hervor?

Die Versuche an den mit Strychnin vergifteten Thieren machten den Eindruck, als seien es die Reflexvorgänge, welche durch den elektrischen Strom gestört wurden.

Schon die ersten Versuche an nicht vergifteten Thieren zeigten mit aller Sicherheit, dass diese Vermuthung begründet sei; und zwar sind es die peripherischen, im Rückenmarke gelegenen Reflexapparate, deren Thätigkeit durch die Stromwirkung unterbrochen wird.

Wenn man einen Frosch so präparirt, als wollte man das galvanische Präparat herrichten, ohne dass man die Haut abzieht, so erhält man das zu den zu schildernden Versuchen zweckmässigste „Reflexpräparat."

Es besteht aus den beiden mit Haut bedeckten Hinterbeinen und dem Rückgrate des Frosches, das unter dem verlängerten Marke abgeschnitten wird.

Hängt man ein solches Reflexpräparat zweckmässig auf, und prüft es auf seine Fähigkeit für Reflexe auf tactile oder Säure-Reize während ein genügend starker Strom in auf- oder absteigender Richtung das Rückenmark durchsetzt, so bemerkt man unter allen Umständen, dass die Reflexe **vollkommen** verschwunden sind. Sie kehren mit dem Oeffnen des Stromes nach einer verschwindend kleinen Zeit der Nachwirkung in alter Stärke zurück, wie sie vor dem Schliessen des Stromes bestanden hatte, wenn der Strom nicht zu stark war.

Die richtige Stromstärke ist hier viel leichter zu finden, als bei den erst beschriebenen Versuchen.

Man beginnt bei der Stromwahl mit den schwächsten Strömen und steigt so lange, bis das Hindurchleiten des Stromes durch das Rückenmark, wozu die gleichen Vorrichtungen, die wir schon kennen gelernt haben, dienen, keine Krämpfe mehr hervorruft. Nur sehr empfindliche Präparate mussten in wenigen Fällen von dem Versuche ausgeschlossen werden, da alle verwendbaren Stromstärken Tetanus hervorriefen.

Die Stromwahl hat stets, sicher durch den unvermeidlichen Tetanus, den die schwachen Ströme erzeugen, der seine chemischen Wirkungen auch auf die Reflexmechanismen geltend macht, auf die Reflexvorgänge einen deprimirenden Einfluss. Man würde also ganz falsche Anschauungen von der Wirkung des Stromes bekommen, wollte man die Reflexe am frischen Reflexpräparate messen und die gefundene Grösse mit der nach der Stromwahl während des Durchleitens des reflexhemmenden Stromes vergleichen. Man würde die Reflexgrösse am „ungehemmten" Präparate stets ziemlich bedeutend überschätzen.

Der Erfolg des Versuches hat in seiner ausnahmslosen Regelmässigkeit etwas ungemein Ueberraschendes. Während der Wirkung des hemmenden Stromes absolute Ruhe des Reflexpräparates auf alle auch die stärksten Reflexreize; sowie der Strom einen Augenblick geöffnet ist, kehren die regelmässigen Reaktionen, das Anziehen der Beine, stürmische Gesammtbewegungen, Wischen etc. zurück.

Aus dieser Beschreibung geht schon hervor, dass die Messung der Unterschiede zwischen den Reflexgrössen unter Umständen schon auf eine sehr einfache Art gemacht werden kann, durch tactilen Reiz, Kneipen mit der Pincette oder den Fingernägeln etc.

Wissenschaftlicheres Ansehen wenn auch nicht grössere Beweiskraft erhalten die Versuche, wenn man nach der in letzter Zeit viel verwendeten Türk'schen Methode der Zeitbestimmung die Reflexgrösse misst. Man ruft die Reflexe durch ganz verdünnte, für den individuellen Fall frisch zu bereitende Schwefelsäure hervor, in welche man die Pfoten des Reflexpräparates eintaucht, und misst die Zeit, welche zwischen dem Eintauchen und Herausziehen der Pfoten aus der Säure verstreicht. Nach jedem Versuch muss das Präparat wieder genau in reinem Wasser abgewaschen werden; es kann dann, ohne dass seine Reflexgrösse sich bedeutend verändert (sie sinkt langsam), zu einer grossen Reihe von Einzelversuchen verwendet werden.

Es wäre vollkommen überflüssig, wenn ich hier ein derartiges Versuchsbeispiel anführen wollte; der Erfolg ist so vollkommen gleichmässig, dass die Tabellen nur eine Abwechselung zwischen „keine Reflexe" und „Reflexbewegung" aufweisen.

Das Querdurchleiten des Stromes durch das Rückenmark hat in allen Höhen einen nur manchmal eben noch erkennbaren, gewöhnlich aber gar keinen Erfolg. Der hie und da eintretende Erfolg beruht wohl darauf, dass sich manchmal in weiter greifenden Stromschleifen ein quergerichteter stärkerer Strom auch in der Längenrichtung über ein grösseres Stück des Rückenmarkes verbreitete. —

Diese Thatsachen sind sicherlich theoretisch, vielleicht auch für die Praxis von Bedeutung.

Das räthselhafte Phänomen, dass Krämpfe durch das Hindurchleiten des elektrischen Stromes durch das Rückenmark gestillt werden können, hat sich einfach erklären lassen. Wir wissen nun, es verliert das Rückenmark unter der Einwirkung eines hindurchgeleiteten elektrischen Stromes die Fähigkeit auf sensible Reize Reflexbewegungen zu vermitteln; da die Krämpfe in den beobachteten Fällen reflectorische waren, so verwundert uns nun ihr Aufhören unter der Stromwirkung nicht mehr.

Es ist diese erkannte hemmende Wirkung des elektrischen Stromes der erste Beweis dafür, dass auch die Mechanik der Ganglienzellen, auf deren Arbeit die Reflexe beruhen, einer physikalischen Erforschung zugänglich sei. Während wir bisher nur durch räthselhaft wirkende Agentien räthselhafte Erfolge erzielen konnten, sehen wir in diesem Falle den einfachen Wechsel der Stromstärke hinreichen, die Ganglienarbeit zu unterbrechen oder neu wieder hervortreten zu lassen.

Nobili, dem wir den ersten Anstoss zu diesen Beobachtungen verdanken, erklärte sich die Beruhigung der Krämpfe dadurch, dass er annahm, die Nerven würden durch den Strom in einem bestimmten Zustande festgehalten, in dem sie unvermögend seien, die Veränderungen einzuleiten und fortzupflanzen, deren Wirkungen auf die Muskeln wir als Zuckungen wahrnehmen.

Die Beobachtungen E. du Bois-Reymond's über die „polarisirende Wirkung des elektrischen Stromes“, seine Entdeckung des Electrotonus haben diese ahnungsweise ausgesprochene Meinung bestätigt. Es tritt wirklich unter der Einwirkung des polarisirenden Stromes eine Richtung der „elektrischen Moleküle“

im Nerven ein, durch welche sie in einer bestimmten Lage festgehalten werden.

Diese „säulenartige Polarisation" ist eine Hemmung der Bewegungen der Moleküle des Nerven, welche Bewegungen zur Hervorrufung der Thätigkeit des Nerven-Erfolgsorganes, z. B. der Muskeln, nothwendig sind. Um die Moleküle aus ihrer festgestellten Lagerung zu reissen, ist eine reizende Kraft erforderlich, welche die Richtkraft der Moleküle an Stärke übertrifft.

Suchen wir uns die Richtung der Bewegung im Rückenmark bei der Hervorrufung von Reflexbewegungen deutlich zu machen.

Es ist klar, dass die Uebertragung eines sensiblen Reizes auf die motorischen Nerven der gereizten Körperhälfte nach abgeschnittenem Kopfe nur auf einer Querleitung des Reizzustandes innerhalb des Rückenmarkes beruhen kann.

Die Nervenmoleküle des Rückenmarkes sind durch den auf- oder absteigenden elektrischen Strom säulenartig polarisirt. Wir müssen sie uns als starre Molekülsäulen vorstellen, um so starrer, je mächtiger die Stromstärke ist. Es gehört eine nicht unbeträchtliche Kraft dazu, um die Moleküle aus dieser starren Lagerung zu reissen und zu Querschwankungen zu veranlassen, wie sie zur Hervorrufung eines querlaufenden Reizzustandes erforderlich sind.

Die Hemmung der Reflexe hat nach dem Gesagten seinen Grund darin, dass unter der Einwirkung der Richtkraft des elektrischen Stromes die polarisirten Nervenmoleküle des Rückenmarks keine Lageveränderungen eingehen können, wenigstens sicher keine Querschwankungen.

Man könnte durch die Bestimmung der Stromintensität in dem für Reflexe gehemmten Rückenmarke vielleicht zur Bestimmung des Grenzwerthes für das mechanische Aequivalent der sensiblen Nervenreize gelangen. Man müsste die Frage stellen: welche Intensität muss der elektrische, polarisirende Strom im Rückenmarke haben, wenn er die Wirkung des sensiblen Nervenreizes eben paralysirt? —

Wir haben nach dem Gesagten einen im Rückenmarke auf- oder absteigend fliessenden elektrischen Strom wenigstens in Be-

ziehung auf die Reflexe als eine Hemmung der Bewegung aufzufassen.

Wer erinnerte sich bei dieser Bemerkung nicht daran, dass zum Altbesitz der Physiologie die Kenntniss gehört, dass auch bei dem normalen, lebenden, unversehrten Thiere ein elektrischer Strom von bedeutender Intensität das Rückenmark aufsteigend durchströmt? Sollen wir nicht annehmen, dass dieser normale „Froschstrom“ die gleiche hemmende Wirkung auf die Reflexvorgänge, die vom Rückenmarke vermittelt werden, ausübt?

Es unterliegt keinem Zweifel, dass diese letztere Frage ohne Rückhalt bejaht werden muss. Auch im normalen, unversehrten Thiere besteht eine Reflex-Hemmungsvorrichtung, die in dem elektrischen Strome besteht, der das Rückenmark aufsteigend polarisirt.

Es bringt diese Antwort ein Licht in die dunkle Frage von dem Werthe der elektrischen Gewebs-Ströme für den Haushalt des Organismus.

An einem anderen Ort habe ich auf die chemischen Wirkungen hingewiesen, welche der elektrische Strom in den von ihm durchströmten Geweben hervorruft; hier sehen wir, dass wenigstens im Rückenmarke seine Anwesenheit in direkter Beziehung steht zu der Fähigkeit der Bewegungsvermittelung.

Es eröffnet sich damit ein neues Gebiet für weit reichende Forschungen. Was für Einwirkungen auf die Intensität des elektrischen Rückenmarkstromes gibt es? wie werden durch sie die Reflexvorgänge umgestaltet? wie wirken die bekannten reflexbefördernden und reflexhemmenden Einflüsse und Gifte etc. auf die Intensität des Rückenmarkstromes?

Mir selbst habe ich vorläufig nur die Frage gestellt, ob ein sensibler Hautreiz, ehe er das vorher ruhende Spiel der Reflexmechanismen anregt, eine negative Schwankung des Rückenmarkstromes erzeugt. Es muss nach unserer Theorie eine Schwächung der polarisirenden Kraft eintreten, ehe auch im normalen Thiere die Querleitungen erfolgen können, die unter der Wirkung der Gesammt-Stromintensität nicht eintreten.

Es ist mir leider bisher nicht gelungen, die bei den daraufgerichteten Versuchen gesehenen Stromabnahmen im Rückenmarke

von allem Verdachte, dass sie ihren Grund in Versuchsfehlern haben könnten und nicht in der sensiblen Reizung, zu reinigen.

Doch mache ich darauf aufmerksam, dass schon Material vorliegt, welches eine gesteigerte Reflexthätigkeit von einer Abnahme des aufsteigenden Gesammtstromes abhängig erscheinen lässt. Die bekannten Zustände der sogenannten „Nervenschwäche" z. B., welche stets mit gesteigerter Reflexerregbarkeit verbunden sind, kommen an Individuen zur Erscheinung, bei denen ohne Zweifel in Folge gestörter Muskelernährung die normalen elektrischen Muskelströme und also auch der nach E. du Bois-Reymond's Entdeckung aus den einzelnen Muskelströmen resultirende Gesammtstrom, der das Rückenmark durchfliesst, sich geschwächt zeigen.

Bei jenen „idiopathischen Krämpfen" der Winterfrösche ist diese Schwächung des Muskel- und damit des Froschstromes expeperimentell sehr leicht nachzuweisen. Wir können nun diesen Krankheitsprozess auf seine letzten Ursachen zurückführen. Gestörte Circulation lässt, wie ich gezeigt habe, die Zersetzungsprodukte der Muskelsubstanz in dieser sich anhäufen, der Muskelstrom sinkt dadurch sehr bedeutend; dieses Sinken des Muskelstromes wirkt secundär auf die normale Hemmung der Reflexvorgänge im Rückenmarke ein, die Moleküle werden nach allen Richtungen leichter beweglich und der Erfolg ist die bekannte Neigung zu Reflexkrämpfen auf Reize, welche sonst nur ganz schwache Zuckungen oder gar keine Reaktion hervorgebracht hätten.

Es macht mir besondere Freude, dass ich mit meinen hier mitgetheilten Beobachtungen ein Gebiet der Nervenphysik, welches bisher als vollkommen theoretisch gegolten hat, der praktischen Medicin, der Heilwissenschaft anzunähern vermögend war. Wenigstens zeigt sich die Aussicht, dass mit Berücksichtigung der vorstehenden Erfahrungen die Therapie neue feste Gesichtspunkte für die Behandlung jener früher so räthselhaften Krankheitserscheinungen gewinnen wird, die wir nun auf ihre letzten Ursachen zurückführen können. Es wird die Aufgabe der Praxis sein, die passendsten Mittel aufzufinden, um die geschwächte electromotorische Kraft der Muskulatur und damit die Intensität des Gesammtkörperstromes zu

heben, um die normale Stärke der Reflexhemmung im Rückenmarke wieder herzustellen. —

Es erübrigt noch, einige Bemerkungen an das bisher Gesagte anzuknüpfen, welche es mehr als wahrscheinlich machen werden, dass wir den normalen elektrischen Gewebstrom, wie ihn E. du Bois-Reymond nachgewiesen hat, nicht nur im Rückenmarke, sondern überall als einen Ausdruck der Stärke der bewegungshemmenden Kräfte anzusehen haben. Wenigstens für die Nerven ist der Satz mehr als wahrscheinlich: Die Erregbarkeit steht im umgekehrten Verhältnisse zur Intensität des am Multiplicator nachweisbaren Nervenstromes.

Je geringer der elektrische Strom ist, der am Multiplicator abgeleitet werden kann, eine desto geringere Kraft des Reizes ist erforderlich, um die Nerven aus dem ruhenden in den thätigen Zustand zu versetzen.

Dieselben Beispiele, welche wir oben für die Reizung der Reflexerregbarkeit anführten, können auch hier beigezogen werden.

Wie unzählige Male hat Jeder, der sich mit thierischer Elektricität experimentell beschäftigt, schon die Beobachtung gemacht, dass jene reizbaren Nerven von Winterfröschen, zu deren Erregung schon der minimalste Reiz ausreicht, einen nur schwachen Nervenstrom erkennen lassen; während bei wohlgenährten, kräftigen Thieren mit der abnehmenden Erregbarkeit für Minimalreize der elektrische Strom zunimmt.

Noch schlagender lassen sich aber hier die Beobachtungen E. du Bois-Reymond's und E. Pflüger's über den Electrotonus der Nerven vernehmen.

Der erstere, vielgenannte Forscher hat bekanntlich entdeckt, dass ein constanter elektrischer Strom, welcher nur eine ganz kleine mittlere Stelle der ausgeschnittenen Nerven durchströmt, nicht nur in der direkt durchflossenen intrapolaren Strecke, sondern auch in den jenseits der Pole des elektrischen Stromes gelegenen, extrapolaren Strecken, die am Multiplicator erkennbare Intensität des ruhenden Nervenstromes verändert: wo der constante Strom mit dem Gewebsstrom der Nerven gleichgerichtet ist, sehen wir eine Steigerung (positive Phase des Electrotonus), im entgegen-

gesetzten Falle eine Abnahme der Intensität (negative Phase des Electrotonus) des Nervenstromes. Dieser Zustand erhöhter und verminderter Stromintensität ist es, der von E. du Bois-Reymond als Electrotonus benannt wurde.

Da der Strom im Nerven vom Querschnitt zum Längsschnitt geht, so können wir uns schematisch den Strömungsvorgang in einem ausgeschnittenen, an beiden Enden von je einem Querschnitt begrenzten Nervenstücke so vorstellen, als würde dasselbe von zwei Strömen durchflossen, welche von den beiden Querschnitten zu einer mittleren Stelle — Aequator — des Nervenlängsschnittes gerichtet wären.

Legen wir nun die Pole des constanten Stromes in der Mitte des Nervenstückes an, so wird unter allen Umständen in den beiden Polen (dem positiven = Anode und dem negativen = Kathode) anliegenden Nervenabschnitten sich stets die Electrotonusphase nach der Bezeichnung des Poles richten: Mag der polarisirende Strom auf- oder absteigend den Nerven durchströmen, stets wird er dem einen der beiden Nervenströme gleich, dem andern entgegen gerichtet sein. Stets wird in dem an der Anode gelegenen extrapolaren Nervenstücke positive Phase des E. du Bois-Reymond'schen Electrotonus herrschen, d. h. es findet sich in dieser Strecke die Intensität des ableitbaren Nervenstromes erhöht. In dem extrapolaren Nervenstücke an der Kathode herrscht umgekehrt stets die negative Phase des Electrotonus, d. h. der ableitbare Nervenstrom findet sich hier in seiner Intensität geschwächt.

Die Verhältnisse, welche E. Pflüger bei seinen Versuchen vor sich hatte, scheinen freilich ganz andere zu sein, als wir sie hier an dem ausgeschnittenen Nerven realisirt finden.

Er benützte zu seinen Versuchen den Ischiadicus des Frosches, der nur an dem einen Ende abgeschnitten war, während er am anderen Ende noch mit seinem Muskel, dem Gastrocnemius zusammenhing.

Die Strömungserscheinungen in diesem Präparate stellen sich insofern anders als in dem ausgeschnittenen Nerven, als wir hier nur **einen** künstlichen Querschnitt haben, der einen im Nerven ab-

steigenden, zum Muskel hin gerichteten Strom erzeugt. Es scheint wahrscheinlich, dass die Enden der Nerven im Muskel als der natürliche Querschnitt im Nerven anzusehen seien, so dass von dort aus ein aufsteigender Nervenstrom resultiren könnte, die Lage des Aequators wäre dann vielleicht an der Eintrittsstelle des Nerven in den Muskel.

Die Richtigkeit dieser Anschauung kann leicht experimentell geprüft werden.

Leitet man den Strom von Querschnitt und Längsschnitt des Ischiadicus ab, während derselbe noch in normaler Verbindung mit dem Unterschenkel steht, so bekommt man einen starken Strom, wenn man die am Querschnitt anliegende unpolarisirbare Electrode möglichst nahe dem Querschnitt anbringt.

Die Stromintensität wächst anfänglich, wenn man die Längsschnittelectrode noch etwas weiter dem Muskel zuschiebt, aber schon in geringer Entfernung zeigt sich eine stetig zunehmende Stromabnahme, die nicht allein von dem wachsenden Leitungswiderstand abhängt, denn legt man die Electrode der Eintrittsstelle des Nerven in den Muskel ganz nahe an, so sieht man in den meisten Fällen die Stromrichtung sich umwenden, so dass die Magnetbewegung nach der entgegengesetzten Richtung erfolgt, welche sie unter der Wirkung des künstlichen Querschnittes eingehalten hatte.

Es ist klar, dieser Erfolg gegen unsere Erwartung beweist, dass in dem der Eintrittsstelle der Nerven in den Muskel angrenzenden Nervenstrecken ein elektrischer Strömungsvorgang sich findet, der demjenigen zwischen künstlichen Querschnitt und ihm nahliegenden Längsschnitt entgegengerichtet ist, so dass letzterer durch den ersteren paralysirt wird.

Während vom künstlichen Querschnitt aus ein Strom im Nerven abwärts gerichtet ist, geht ein zweiter von der Nerveneintrittsstelle in den Muskel nach aufwärts.

Es ist mir einige Male gelungen, diesen Strom auch dann zur Anschauung zu bringen, wenn ich von der Eintrittsstelle und einer Stelle des Längsschnittes den Strom ableitete. Er lenkte den Magneten in dem geforderten Sinne ab. Da man mit den Electroden der Eintrittsstelle sich nur sehr unvollkommen nähern kann, so

schreibe ich diesem Umstande das öftere Vorwiegen des oberen Stromes über den unteren zu, welcher sich bei diesen letzten wie bei den ersten Versuchen geltend macht, so dass dann statt des aufsteigenden ein noch schwach absteigender Strom gefunden wird.

Die genaue Lagebestimmung des Aequators ist mir aus demselben Grunde bisher noch nicht gelungen, doch liegt er wie es scheint dem künstlichen Querschnitt ziemlich nahe.

Dass die Stromabnahme bei dem Vorrücken der Electrode gegen den Muskel zu nicht etwa daher rührt, dass die unteren Strecken des Nerven weniger stark electromotorisch wirken als die oberen, lässt sich dadurch beweisen, dass jeder künstliche Querschnitt, so tief man ihn anlegen mag, einen starken Strom abzuleiten gestattet und zwar in regelrechter Richtung.

Die Versuche scheinen mir zu beweisen, dass die Eintrittsstelle des Nerven in den Gastrocnemius als sein natürlicher Querschnitt betrachtet werden dürfe.

Dieser natürliche Querschnitt kann sich, wie der entgegengesetzte Ausschlag des Magneten, von dem oben die Rede war, wenn von dem künstlichen Querschnitte und einem dem natürlichen Querschnitt nahegelegenen Punkte des Längsschnittes der Strom abgeleitet wurde, noch stärker negativ zeigen als der künstliche.

Es ist damit die oben ausgesprochene Ansicht von dem electromotorischen Verhalten des noch am Muskel hängenden Ischiadicus als ganz irrig widerlegt.

Der Ischiadicus, mag er nun noch mit seinem Muskel in Verbindung stehen oder ausgeschnitten sein, scheint stets von zwei Querschnitten begrenzt und von zwei entgegengesetzt gerichteten Hauptströmungen durchflossen zu werden, in beiden Fällen in der gleichen Weise.

Scheint es so nicht erlaubt, die am ausgeschnittenen Nerven erkannten Verhältnisse auch auf den noch mit dem Muskel verbundenen anzuwenden? Herrscht vielleicht stets an der Anode auch hier positive, an der Kathode negative Phase des Electrotonus?

Vergleichen wir mit dieser Hypothese die Beobachtungen Pflüger's. Er findet an der Anode Herabsetzung, an der Kathode Erhöhung der Erregbarkeit, während der constante

polarisirende Strom geschlossen ist, mag er nun aufsteigend oder absteigend gerichtet sein.

Dieser Wechsel des Erfolges nach der Stromrichtung, wie er bisher erscheinen musste, ganz unabhängig von dem Strömungsvorgang im Nerven, da man ja bisher nur einen absteigenden Strom in demselben vermuthete, schien nicht vollkommen in Einklang mit dem du Bois-Reymond'schen Electrotonus zu stehen. Nach der letztmitgetheilten Entdeckung des natürlichen Nervenquerschnitts und der daran geknüpften Hypothese ergäbe sich hier eine schöne Uebereinstimmung:

Die Phasen des du Bois-Reymond'schen Electrotonus wechseln mit der Umkehr des polarisirenden Stromes ebenso regelmässig als die electrotonischen Zustände der veränderten Erregbarkeit, deren Kenntniss und ihre Abhängigkeit von der Stellung der Electroden wir Pflüger verdanken.

Das vereinigte du Bois-Reymond-Pflüger'sche Gesetz des Electrotonus könnte jetzt so gefasst werden:

An der Anode des den Nerven polarisirenden Stromes herrscht stets gleichzeitig Erhöhung der Nervenstromintensität (positive Phase) und Verminderung der Erregbarkeit (Anelectrotonus); an der Kathode findet sich dagegen stets Verminderung der Nervenstromintensität (negative Phase) und Erhöhung der Erregbarkeit (Katelectrotonus).

Bei Pflüger und Eckhard finde ich Andeutungen, die vermuthen lassen, dass ihnen ein ähnliches Wechselverhältniss zwischen den beiden Wirkungen des constanten Stromes wahrscheinlich gewesen sei. Doch ist es natürlich, dass vor der Auffindung des oben geschilderten Verhaltens des Nervenstromes der wahre Sachverhalt nicht errathen werden konnte.

Wie wenig auf den ersten Blick bisher der Zusammenhang der Pflüger'schen und du Bois-Reymond'schen Beobachtungen deutlich war, geht schon daraus hervor, dass Ersterer es nöthig fand, die genaue Uebereinstimmung beider auf das Eingehendste darzulegen, wobei aber, wie ich glaube, kein Wort über die Stärke des elektrischen Nervenstromes im Zusammenhalt mit den Erreg-

barkeitsveränderungen in der Weise, wie es eben hier geschehen ist, vorkommt.

Die Steigerung der Erregbarkeit ist, wie schon Pflüger bemerkt, nicht etwa ein Beweis von gesteigerter Lebensenergie, sondern im Gegentheil ein Beweis für das Sinken der letzteren. So können wir leicht verstehen, wie diese Erregbarkeitssteigerung mit der Abnahme der electromotorischen Wirksamkeit des Nerven zusammenfallen kann.

So haben wir denn den electrischen Strom als eine Hemmung der Bewegung in den nervösen Gebilden: im Rückenmarke und in den peripherischen Nerven erkannt; nun verstehen wir auch, warum die negative Stromschwankung dem thätigen Zustande des Nerven vorausgehen muss. Während der Abnahme der Stromintensität im Nerven können die Nervenmoleküle die veränderte Stellung einnehmen, die dem thätigen Zustande des Nerven zukommt.

Wir messen in der Intensität des Nervenstromes die Stärke der im Nerven der Bewegung seiner Moleküle entgegenwirkenden Hemmungskräfte. Diese steigen mit der zunehmenden Lebensenergie.

Es würde mir die grösste Genugthuung sein, wenn ich mit den vorstehenden Bemerkungen das Interesse der praktischen Mediciner einem Forschungsgebiete mehr zuwenden könnte, das als ein für praktische Zwecke unfruchtbares bisher verrufen war.

München, im Juni 1866.

Ein Beitrag zur näheren Kenntniss der Albuminate.

Von

Dr. E. A. Platner,

Kurhessischem Stabsarzte.

(Geschrieben zu Pretzenheim bei Mainz im Juli 1866.)

Obgleich die eiweissartigen Körper für den thierischen Haushalt von der grössten Bedeutung sind, so ist doch, seit Mulder's Ansicht von ihrer Zusammensetzung als Proteinverbindungen widerlegt wurde, meines Wissens nichts bekannt geworden, das im Stande wäre, über ihre chemische Constitution näheren Aufschluss zu geben, und von Mulder's Ansicht ist nichts geblieben, als der Name.

Zur Aufstellung einer rationellen Formel für die Albuminate fehlt es zur Zeit noch an dem ersten und wichtigsten Erforderniss, an einer reinen Darstellung derselben.

Das gewöhnlichste Hülfsmittel zur reinen Darstellung eines Körpers, die Krystallisation, lässt sich bei den Albuminaten nicht in Anwendung bringen. Kann ihnen auch zum Theil die Fähigkeit, unter gewissen Umständen zu krystallisiren, nicht abgesprochen werden, seitdem Reichert microscopische Krystalle derselben an der Oberfläche der Placenta und den Hüllen eines Meerschweinfötus und Hartig solche Krystalle in verschiedenen Saamen beobachtete, auch die künstliche Krystallisation eines Bestandtheils der Blutkörperchen vielfach gelungen ist, so hat dies doch zu ihrer näheren Erforschung wenig genützt. Die darstellbaren Krystalle sind so weich und ihre Umkrystallisirung ist so schwierig, dass eine völlig reine Darstellung derselben nicht erlangt werden konnte. Auch handelt es sich nicht blos um eine reine Darstellung der Albuminate für sich, sondern auch um die reine Darstellung der chemischen Verbindung derselben mit einem Körper von bekanntem Mischungsgewicht. Ueber-

dies ist eine künstliche Krystallisation der Albuminate im Ganzen und Grossen noch gar nicht einmal geglückt.

Eben so wenig kennen wir krystallisirbare Zersetzungsproducte derselben, welche geeignet wären, über ihre chemische Constitution Licht zu verbreiten; ja wir kennen nicht einmal eine der Zwischenstufen, welche die Albuminate durchlaufen, bevor sie diejenigen chemischen Formen annehmen, unter welchen sie als Absonderungs- und Aussonderungsstoffe den Organismus verlassen.

Unter diesen Umständen muss jede Untersuchung, welche unsere Kenntniss von den Eigenschaften dieser Körper bereichert und neue Wege zu ihrer Erforschung anbahnt, willkommen sein.

Von der Idee ausgehend, dass die Alkalien bei dem Stoffwechsel eine gewiss nicht unbedeutende Rolle spielen, und dass es daher lohnend sein dürfte, ihre Einwirkung auf die sogenannten Proteinverbindungen, zunächst ausserhalb des Organismus, weiter zu erforschen, habe ich Kali und Albumin unter Verhältnissen zusammengebracht, welche geeignet waren, die Wirkung des Ersteren auf das Letztere zu modificiren, und bin dabei schliesslich zu Resultaten gekommen, die sowohl ein chemisches als ein physiologisches Interesse darbieten und ganz gewiss verdienen, weiter verfolgt zu werden.

Ich habe indessen gezögert, die von mir erlangten Resultate, so wie ich sie jetzt vorlege, zu publiciren, allein einmal hat ein bedeutender Chemiker von Fach mich dazu aufgemuntert, und dann haben die plötzlich eingetretenen Kriegsereignisse mir vorläufig alle Hoffnung benommen, diesen Gegenstand weiter zu verfolgen.

So mögen denn die nachfolgenden Mittheilungen, damit sie nicht etwa ganz verloren gehen, so unvollkommen, wie sie sind, ans Licht der Oeffentlichkeit treten.

Da ich, wie erwähnt, meine Versuche aus besonderer Rücksicht auf die Vorgänge im Organismus anstellte, so suchte ich anfangs den zersetzenden Einfluss des Kalis auf alle mögliche Weise zu hemmen, allein hierbei gelangte ich durchaus nicht zu einem nennenswerthen Erfolg, und es zeigten sich Schwierigkeiten, die ich nicht erwartet hatte. Ich sah mich daher im weiteren Verlauf meiner Versuche genöthigt, von dem ursprünglich eingeschlagenen

Weg nach und nach immer mehr abzugehen und gelangte so endlich zu folgendem Verfahren.

Sechs Theile käufliches getrocknetes Hühnereiweiss[1]), aus dem zuvor die etwa darin vorhandenen grösseren, gelbbraunen, wie Leim aussehenden, harten Stücke, die wohl von unvorsichtigem Eintrocknen herrühren, entfernt worden sind, werden gepulvert, die gepulverte Substanz in eine Schale geschüttet und mit drei Theilen Weingeist übergossen. Sie erhält dadurch eine Beschaffenheit beinahe wie schmelzender Schnee. Hierauf versetzt man sie unter Umrühren mit der Hälfte einer Lösung von einem Theil Kali in zwölf Theilen Wasser. Sie quillt bei diesem Zusatz auf und verwandelt sich in einigen Minuten in eine zusammenhängende, brodkrumenähnliche Masse[2]), diese wird herausgenommen, mit einer Scheere in kleine Stückchen geschnitten und in eine weite und langhalsige Kochflasche gefüllt. Hierauf setzt man die andere Hälfte der Kalisolution hinzu, schüttelt einige Mal um und giesst sogleich noch neun Theile Weingeist nach. Diese Mischung lässt man bei verschlossener Flasche und indem man von Zeit zu Zeit umschüttelt etwa 24 Stunden stehen. Man erhält dann eine beinahe breiige Substanz, die nun vorsichtig erwärmt wird. Zu diesem Zweck bringt man die Flasche zunächst in ein Wasserbad, dessen Temperatur nicht über $+ 60^{0} - 70^{0}$ C. gesteigert wird und lässt sie darin unter öfterem Umschütteln je nach Bedürfniss längere oder kürzere Zeit.[3]) Allmählich wird der Brei in der Flasche durchscheinend und endlich halb flüssig. Man nimmt nun die Flasche aus dem Wasser, umwickelt ihren Hals, um sie bei zunehmender Hitze noch halten zu können, mit einem zusammengedrehten Tuch und bringt sie über offenes Feuer. Indem man dann unter

---

[1]) Das von mir verarbeitete Material verdanke ich hauptsächlich der Güte des Kattunfabrikanten Nerong bei Cassel, der dasselbe centnerweise aus Wien bezog. Ich habe davon 150 Grmm. auf einmal in Arbeit genommen.

[2]) Das getrocknete Albumin unterscheidet sich hierin von dem getrockneten Käsestoff, welcher dies nicht thut. Nimmt man jedoch nur halb soviel Kali, während alle übrigen Verhältnisse unverändert bleiben, so verwandelt sich auch das Albumin nicht in eine zusammenhängende Masse, sondern quillt nur etwas auf.

[3]) Bei 150 Grmm. Albumin etwa eine Stunde.

fleissigem Umschütteln mit dem Erwärmen nach und nach bis zur Siedehitze fortschreitet, erhält man endlich eine trübe, gleichförmige, dunkelgelb gefärbte Flüssigkeit. Hat die Flüssigkeit gekocht und schwimmen darin keine Brocken mehr herum, so nimmt man die Flasche vom Feuer, verschliesst sie und stellt sie längere Zeit ruhig hin. Ihr Inhalt scheidet sich dann in eine vollkommen klare, bräunlichgelbe Flüssigkeit und eine graue flockige Substanz, die sich zu Boden setzt. Ist diese Scheidung vollständig erfolgt, so wird filtrirt. Wegen des flockigen Bodensatzes und weil die klare Flüssigkeit nach völligem Erkalten sich wieder etwas trübt, hat die Filtration einige Schwierigkeiten. Mit Hülfe von niederländischem Filtrirpapier, gelinder Wärme und indem ich zunächst die klare Flüssigkeit vorsichtig oben abgoss, ist sie mir jedoch meist vollständig gelungen.

Die Menge der auf dem Filter zurückbleibenden flockigen Substanz beträgt im trockenen Zustand nach vorausgegangenem Auswaschen mit gleichen Theilen Weingeist und Wasser ungefähr $^1/_{14}$ von der Menge des angewendeten Albumins.

Die durchgegangene Flüssigkeit wird nun bei einer Temperatur, die $+ 40^0 - 45^0$ C. nicht übersteigt, bis zur dicken Syrupsconsistenz verdunstet[1]); hierauf mit einem Spatel die an den Rändern der Schale stärker eingetrocknete Substanz abgelöst und das Ganze mit etwas mehr als seinem gleichen Volumen kochenden Wassers verdünnt. Sobald sich in dem zugesetzten Wasser Alles gleichmässig gelöst hat, fügt man unter Umrühren reichlich Salzsäure hinzu, bis ein weiterer Zusatz keine Trübung mehr bewirkt und die Flüssigkeit sich fast ganz entfärbt hat.

Auf den Zusatz der Salzsäure erfolgt anfänglich nur ein Niederschlag, dann aber starkes Aufbrausen; es entwickelt sich Kohlensäure und Schwefelwasserstoff, welche die ausgeschiedene Substanz mit sich in die Höhe reissen. Bei fortgesetztem Umrühren erhält man aber, wenn die Flüssigkeit hinreichend warm geblieben ist, bald eine zusammengehende, fast weisse, wie Asbest glänzende,

---

[1]) Setzt man die Verdunstung bis zur Trockenheit fort, so erhält man eine Substanz, die sich leicht pulvern und, ohne Feuchtigkeit anzuziehen, aufbewahren lässt.

stark klebende, zähe, in lange Fäden ausziehbare Masse. Sobald sich die Flüssigkeit etwas abgekühlt hat, nimmt man diese heraus und wäscht und drückt sie wiederholt in lauem Wasser, das zuvor mit Salzsäure versetzt worden ist, aus. Das Wasser muss soviel Salzsäure enthalten, dass die darin geknetete Masse sich nicht schlüpfrig anfühlt und nur unbedeutend löst. Die so gereinigte Substanz wird in einem verschlossenen Glase aufbewahrt. Sie fliesst darin zusammen und presst durch ihre eigene Schwere noch einen Theil der in ihr enthaltenen Feuchtigkeit aus.

Ich werde diesen Körper, der sowohl mit Säuren als mit Basen Verbindungen einzugehen scheint, wegen seiner Eigenschaft, unter gewissen Umständen stark zu kleben, Ixodin[1]) nennen, womit jedoch einer weiteren Entscheidung über seine chemische Natur nicht vorgegriffen werden soll.

Das von mir auf die angegebene Art dargestellte salzsaure Ixodin gleicht in seinen physikalischen Eigenschaften einigermaassen den Fetten und Harzen und darum auch in mancher Beziehung der Galle. Im Sommer wurden die Bienen davon angezogen. Erwärmt fängt es schon bei + 40° C. an zu schmelzen. Setzt man das Schmelzen fort, so wird es nach und nach hart und pulverisirbar, wie Galle. Mit weingeisthaltigem Schwefeläther im warmen Zimmer zusammengestellt, bilden sich nach einiger Zeit zwei Schichten; eine untere klare, schwach gelblich gefärbte, und eine obere, trübe, milchige, von der Farbe und Consistenz dünnen Stärkekleisters. Schöpft man die obere Schicht ab, lässt den Aether verdunsten, und fügt der zurückbleibenden Flüssigkeit einige Tropfen Essigsäure zu, so schiessen bei hinreichender Abkühlung eine Menge kleiner krystallinischer Nadeln und Blättchen an, die offenbar Fettsäuren sind. Da ihre Menge nicht unbeträchtlich ist und sie auch auf anderem Wege von mir aus dem salzsauren Ixodin erhalten wurden, so glaubte ich anfangs darin eine thatsächliche Bestätigung für die in neuerer Zeit aufgestellte Vermuthung zu finden, wonach das Albumin eine gepaarte Verbindung sein soll, welche neben einer sehr stickstoffreichen Substanz eine fettartige enthält. Allein die von

[1]) Von ἰξώδης, klebrig.

mir beobachteten Krystalle scheinen nur von beigemengtem Fett herzurühren. Sie blieben aus, als ich das Albumin vor jeder Zerlegung wiederholt mit Aether auszog. Indessen möchte ich diesen Punkt, der ein grosses physiologisches Interesse hat, immerhin noch einer weiteren Prüfung empfehlen.

Sehr leicht löst sich das salzsaure Ixodin in kochendem Weingeist, wobei die Anwesenheit der Säure aber wesentlich ist. Mit Wasser erwärmt bildet es eine trübe Flüssigkeit, die heiss mit Sublimatsolution versetzt sogleich stark milchig wird, während eine weingeistige Auflösung des salzsauren Ixodins durch eine weingeistige Auflösung von Sublimat nicht getrübt wird. Ferrocyankalium bewirkte in der wässerigen Lösung nach vorausgegangener Neutralisation keinen Niederschlag.

Reine und kohlensaure Alkalien im Ueberschuss zugesetzt lösen das Ixodin leicht auf. Bis zur Neutralisation zugesetzt lösen sie es nur in der Wärme. Beim Erkalten wird die Lösung breiartig. Fast unlöslich ist das neutralisirte Ixodin in Weingeist. Selbst beim Kochen löst sich darin nur wenig und scheidet sich beim Erkalten in wachsartigen Tropfen wieder aus. Die saure weingeistige Lösung des Ixodins kann daher durch Alkalien und die wässerige alkalische Lösung durch Weingeist gefällt werden.

Knetet man salzsaures Ixodin mit feingepulvertem kohlensaurem Kali oder Natron unter Zusatz von einigen Tropfen Wasser so lange, bis es nur noch schwach sauer reagirt und in eine nicht mehr klebende, faserige Substanz zerfällt, so wird es sowohl in Wasser als Weingeist schwer löslich.

Aus allen seinen Lösungen kann das Ixodin durch Salzsäure oder Schwefelsäure mit Wasser, wenn sie in hinreichender Menge zugesetzt werden, niedergeschlagen werden, aber nicht durch wässerige Phosphorsäure oder Essigsäure.

In kaltem Wasser, das durch Salzsäure oder Schwefelsäure stark sauer gemacht worden ist, ist es daher fast unlöslich. Ebenso ist es schwer löslich in concentrirten Lösungen von Neutralsalzen.

Wird eine concentrirte heisse weingeistige Auflösung von salzsaurem Ixodin mit etwas Essigsäure versetzt, so scheiden sich bei starker Abkühlung dieselben krystallinischen Nadeln und Blättchen

ab, welche man aus dem Aetherauszug erhält. Um ihre krystallinische Natur zu erkennen, bedarf es jedoch einer guten Loupe.

Auch aus einer wässerigen Lösung lässt sich diese Abscheidung bewirken, wenn man sie heiss mit Zucker versetzt und längere Zeit stehen lässt.

Wird die alkalische weingeistige Lösung des Albumins, aus der das Ixodin mit Salzsäure abgeschieden wird, nicht, wie oben vorgeschrieben, bis zur Syrupsconsistenz verdunstet, sondern schon bei einem geringeren Grade der Verdunstung mit Salzsäure versetzt, so scheidet sich, wenn die Verhältnisse richtig getroffen waren, das Ixodin aus der trüben, dicken Flüssigkeit bei starker Abkühlung in der Form von kleinen runden Körnchen ab, was man wohl als eine Krystallisation betrachten darf.

Das Ixodin wird, nach der Art seiner Darstellung zu urtheilen, wohl im lebenden Organismus nicht vorkommen, auch sind seine Fällbarkeit durch Salzsäure, die klebrige Beschaffenheit des so bewirkten Niederschlags in der Wärme und die leichte Löslichkeit desselben in Weingeist zu auffallende Eigenschaften, als dass sie hätten der Aufmerksamkeit der Chemiker entgehen können. Ob es aber nicht dem Ixodin nahe stehende Veränderungen des Albumins im lebenden Organismus gibt, wird die Zukunft erst noch lehren müssen.

Eine sehr eigenthümliche Modification erleidet das salzsaure Ixodin beim Behandeln mit chlorsaurem Kali und Salzsäure. Je nach der Menge des chlorsauren Kalis und je nach der Dauer der Einwirkung fällt diese Modification jedoch verschieden aus.

Werden 12 Theile frisch bereitetes salzsaures Ixodin mit 2 Theilen chlorsaurem Kali, das zuvor in 18 Theilen kochenden Wassers gelöst wurde, versetzt und unter Umrühren so lange erhitzt, bis sie eine vollkommen weiche, geschmolzene Masse bilden, und dann 9 Theile Salzsäure zugesetzt, so nimmt zunächst die Flüssigkeit eine gelbrothe Färbung an und das darin schwimmende Ixodin wird schwach röthlich blau. Nach einiger Zeit erhebt sich dasselbe an die Oberfläche, bläht sich auf und wird schwarzbraun. Bald verblasst diese Farbe aber wieder und unter lebhafter Gasentwickelung wird das Ixodin intensiv ziegelroth gefärbt, ein

prächtiger Anblick, dessen Farbenfrische sich nur leider nicht lange hält. Man muss sich nun beeilen, die Schaale vom Feuer zu nehmen und durch Umrühren das Ueberlaufen der Flüssigkeit verhindern, die, wie ein Vulkan, fortwährend Dämpfe ausstösst, vor denen man sich zu hüten hat. Nach erfolgter Abkühlung wird der rothe Kuchen herausgenommen, ausgedrückt und in einem verschlossenen Glase aufbewahrt.

Die so erhaltene Modification des Ixodins ist nicht nur ausgezeichnet durch ihre eigenthümliche Farbe, sondern auch durch ihre grössere Weichheit und Klebrigkeit, die noch grösser wird, wenn man weniger chlorsaures Kali anwendet. Es wird dieser Körper bei gewöhnlicher Temperatur nicht fest, sondern bleibt bei Abschluss der Luft eine schwerflüssige Masse, wie dicker Honig. Wird jedoch die Behandlung mit chlorsaurem Kali wiederholt, oder länger fortgesetzt, so erhält man eine gelbe Substanz, die in Wasser hart wird wie Wachs und sich darin auch nicht mehr zu einer trüben Flüssigkeit löst.

Das modificirte Ixodin hat im Allgemeinen ganz dieselben Eigenschaften wie das nicht modificirte. Es scheint demselben Typus der Zusammensetzung anzugehören, nur dass eine Substitution einzelner Atome oder Atomgruppen stattgefunden hat.

Wird es erwärmt, so entweicht Chlor, und wird es mit Alkalien behandelt, so färbt es sich braun.

Ein dem salzsauren Ixodin und seiner Modification ganz gleicher Stoff lässt sich auch aus dem Casein erhalten.

Ueber die Ventilations-Einrichtung des Aushilfs-Krankenhauses zu München.

Von

Arnold Zenetti,

Stadtbau-Ingenieur.

Vortrag, gehalten im Architekten- und Ingenieur-Verein.[1])

(Mit Tafel 7 und 8.)

Der Stadtmagistrat dahier hat im verflossenen Jahre in der Nähe des allgemeinen Krankenhauses ein Aushilfskrankenhaus mit 9 Sälen zu je 11 Kranken erbaut und in demselben nach meinem Antrage die auf natürliche Temperatur-Differenz und Luftströmung basirte Ventilations-Einrichtung nach Professor und Primär-Arzt Dr. Böhm in Wien durchführen lassen.

Ich hatte aus einem Artikel der medicinischen Jahrbücher und

---

[1]) In dem hiesigen neuerbauten Aushilfskrankenhause wurde die Böhm'sche Ventilation eingerichtet. Ich glaube, dass es den Lesern der biologischen Zeitschrift erwünscht sein wird, die verschiedenen Systeme der Ventilation an wirklich ausgeführten Mustern kennen zu lernen. Das Böhm'sche System stützt sich auf Benützung der gegebenen Temperatur-Differenz zwischen innen und aussen und auf die jeweilige Kraft des Windes, zwei allerdings sehr wechselnde Kräfte, die aber nichts kosten und mit denen sich doch schon Namhaftes leisten lässt, wie Böhm gezeigt hat. Mit diesem System, welches man gewöhnlich als natürliches bezeichnet, soll der Anfang gemacht werden, das Pulsions- uud Suktions- oder Aspirationssystem werden folgen. Wir beginnen mit der Beschreibung des Böhm'schen Apparates, wie sie Herr Ingenieur Zenetti mit vorzüglicher Klarheit und Bestimmtheit gegeben hat. Der Stadtmagistrat München hat mich vor Kurzem zu einem Gutachten aufgefordert, das ich auf Versuche und Beobachtungen gründen werde, welche diesen Winter und Sommer zur Ausführung kommen sollen.

Max Pettenkofer.

Zeitschrift der k. k. Gesellschaft der Aerzte in Wien, welcher einen Vortrag des dortigen Vorstandes der Universitätsklinik für Geburtskunde, Professor Dr. Karl Braun, über neue Einrichtungen im Gebärhause zu Wien enthielt, die überraschend günstigen Resultate entnommen, welche in dieser Anstalt seit der Durchführung einer Ventilations-Einrichtung von Professor Böhm, in Bezug auf Sterblichkeit der Wöchnerinnen, gewonnen wurden.

Genannte Anstalt entbehrte früher jeder Ventilations-Einrichtung und war hiedurch der Zustand der Luft in den einzelnen Sälen nahezu unerträglich.

Es handelte sich hier bei der Durchführung einer Ventilation allerdings um ein bestehendes Gebäude und konnte daher aus ökonomischen Gründen von einem centralen Systeme weder für die Beheizung noch Ventilation die Rede sein. Es blieb hier nichts Anderes übrig, als die Ventilations-Anlage so einzurichten, dass durch die Benützung der durch die Verhältnisse gebotenen Temperatur-Differenz und im Sommer auch der Luftströmung ein genügender Luftwechsel vermittelt werde.

Professor Böhm hatte seine Studien und grossen Erfahrungen über Beheizung und Ventilation im sogenannten Versuchsbau des k. k. Garnisons-Spitales in Wien gesammelt, in welchem die verschiedenen Ventilations-Methoden versuchsweise durchgeführt sind, nämlich:

1) das Pulsionssystem; die frische Luft wird durch mechanische Vorrichtungen in die zu ventilirenden Räume eingeführt;
2) das Adspirationssystem; die Luft wird durch mechanische Vorrichtungen, durch Schlote, abgeführt;
3) der Luftwechsel wird jeweilig durch die zwischen der Innen- und Aussentemperatur vorhandene Differenz herbeigeführt.

Nach Ansicht des Dr. Böhm leisten, gut durchgeführt, alle diese Systeme ihre guten Dienste und verdienen nach Umständen den Vorzug vor den anderen, doch gibt derselbe im Allgemeinen aus praktischen Rücksichten dem einfachen und lokalisirten Systeme

vor dem centralen für Krankenzimmer den Vorzug, weil es einfach, wohlfeil und völlig genügend, gleich den andern, und eben weil lokalisirt, frei von den Störungen wirkt, denen die andern Systeme kaum und nur durch dauernde und fortwährende Intervention eines hiezu angestellten Ingenieurs theilweise entzogen werden können.

Durch anemometrische Messungen ist nachgewiesen, dass bei dem letzten Systeme nach Dr. Böhm's Einrichtung im Gebärhause zu Wien eine Luftzuführung von 40—80 Cubikmeter per Bett und Stunde erreicht wird, was vor Dr. Böhm auf diesem Wege noch nicht erzielt worden ist.

Obgleich es selbstverständlich ist, dass bei Benützung der gebotenen Temperatur-Differenz und Luftströmung von einer gleichmässigen Ventilation nicht die Rede sein kann, vielmehr die Geschwindigkeit und Beschaffenheit der Luftströmung mit den Verhältnissen wechselt, so lehrte doch die Erfahrung im k. k. Gebärhause zu Wien, dass durch die Böhm'schen Einrichtungen bei zweckmässiger Handhabung derselben eine sehr ergiebige und vollkommen ausreichende Ventilation, sowie im Winter eine angemessene Temperatur ununterbrochen erhalten werden kann, dabei aber das ausgeführte System den Vortheil hat, dass die Ventilation fast nichts kostet.

Da ich nun der Ueberzeugung war, dass in unsern Verhältnissen, insbesondere auch bei einem so kleinen Gebäude mit nur 9 Sälen und für circa 100 Kranke bestimmt, von einer Ventilations-Einrichtung mit einem künstlichen Motor nicht die Rede sein könne, begrüsste ich mit Freude die durch persönliche Besichtigung und Untersuchung mir noch lieber gewordene Dr. Böhm'sche Ventilations- und Heizungs-Einrichtung, und vermochte den Stadtmagistrat zur Herstellung nach den genauen Angaben des k. k. Professor Dr. Böhm.

Nach dieser Einleitung erlaube ich mir nun auf eine Beschreibung dieser Einrichtung überzugehen:

Die Vorrichtungen zur Beheizung und Ventilation des Aushilfskrankenhauses bestehen für jeden Krankensaal, zu 40 Fuss Länge,

25 Fuss Breite und 13 Fuss Höhe, sohin 13000 Cubikfuss für 11 Kranke, aus einem Mantelofen *A* (Calorifére) und aus Kanälen für die Zu- und Abfuhr der Luft.

Letztere unterscheiden sich wieder nach ihrer Bestimmung, in solche, welche nur während der Periode wirken, in welcher nicht geheizt wird, *CCC*, und in solche, welche bei der Heizperiode thätig sind, *BB*.

Wollen wir nun zuerst die Einrichtung der Ventilation bei der Heizperiode besprechen, wie dieselbe Dr. Braun beschreibt, und hier genau durchgeführt ist.

Die Caloriféres bestehen aus Gusseisen und werden vom Saale aus mit dem Brennstoffe und zwar in grossen Zwischenräumen mit Coaks beschickt, und sind mit einem aus Backsteinen in Lehmmörtel gemauerten Mantel umgeben, den eine oben offene abhebbare Blechkuppel deckt.

Die einströmende frische Luft wird je nach der vorhandenen Temperatur-Differenz und der Beschaffenheit des Raumes zwischen 20 und 40° erwärmt eingeführt und kann nicht leicht über 70° in dem Mantelofen erhitzt werden.

In das Innere des Mantels führen zwei Oeffnungen *a* und *d*. Die eine, *a*, verbindet den Mantel mit dem Zimmer, die zweite, *d*, ist die Einmündungs-Oeffnung der die frische Luft zuführenden Kanäle.

Diese Kanäle liegen zwischen einem doppelten Gebälke des Ganges und haben einen Querschnitt von je 3,4 Qu.-Fuss.

Neben dem Mantelofen *A* bei *B*, sowie an derselben Langwand an dessen entgegengesetztem Ende bei *B* befindet sich je ein vertikaler bis über das Dach emporgeführter angemessen überdeckter Kanal von 1,8 Qu.-Fuss Querschnitt zur Abführung der verunreinigten Zimmerluft.

Diese Kanäle, welche nicht künstlich erwärmt sind, sind mit einer Oeffnung über dem Fussboden *b* und mit einer zweiten unter dem Plafond *b* versehen.

Eine an der Rahmung der oberen Oeffnung angebrachte Klappe *c* bewirkt, dass die Communikation zwischen dem Zimmer und dem

Abführungskanal entweder durch die obere oder aber auch durch die untere Oeffnung erfolgen kann. Die Bewegung der Klappe wird durch eine Schnur vom Saale aus vermittelt und ihre jeweilige Stellung durch ein geeignetes justirtes, die Quaste so zu sagen des Zugseiles bildendes Gewicht *e* auf die einfachste und zweckmässigste Weise gesichert. Da während der Heizsaison mit der Temperatur-Differenz die Geschwindigkeit der durch einen vertikalen Abzugsschlot streichenden Luft bedeutend wächst, und der Ventilationsapparat so eingerichtet werden musste, dass derselbe auch bei geringen Temperatur-Differenzen noch eine vollkommen genügende Ventilation vermittelt, so ist es unumgänglich nöthig, einerseits im Winter den Abzug der Luft reguliren zu können, während es anderseits eben desshalb, sowie etwaiger Stürme wegen, wünschenswerth sein muss, auch die Einströmung in seiner Gewalt zu haben. Beiden berechtigten Forderungen wurde entsprochen, indem eine im Einströmungskanale angebrachte Klappe die Einströmung regulirt, während eine unterhalb der obern Oeffnung angebrachte, jedoch von unten aus zu handhabende Drosselklappe *f* die Strömung in dem vertikalen Abzugsschlote beherrscht. Die Einströmungsklappe wird nur selten gehandhabt und bleibt für längere Perioden in der Regel bestimmt eingestellt. Ihr Stand ist am Mantelofen bei *g* ersichtlich.

Die in den Abzugskanälen angebrachte Drosselklappe *f* dient, wie gesagt, um die Menge der abströmenden Luft, beziehungsweise die Geschwindigkeit derselben zu reguliren. Die richtige Einstellung dieser Klappe kann offenbar nur dann geschehen, wenn eben die Geschwindigkeit wenigstens annähernd bekannt ist. Es war aber ein Mangel aller bisher auf analoge Weise wirkenden Ventilationsanlagen, dass der Leiter oder das subalterne Personale nie über die Wirkungsart und Grösse des Luftwechsels unterrichtet waren, da kein Anhaltspunkt ausser dem Hinhalten einer Flamme geboten war, aus dem ermittelt werden konnte, dass überhaupt eine Luftströmung und in welchem Sinne dieselbe erfolge.

Es galt ein solches Instrument zu construiren, welches selbst Geschwindigkeiten von nur 1 Fuss per Secunde anzuzeigen im Stande ist, ohne bei bedeutend grösseren Geschwindigkeiten verdorben zu

werden, ohne viel zu kosten und ohne häufigen Reparaturen unterworfen zu sein, und das nur öfter im Jahre die Beseitigung des angesetzten Staubes erfordert.

Mit Hilfe des ausgezeichneten und strebsamen Mechanikers Lepolder gelang es Dr. Böhm einen anemometrischen Indicator zu construiren, welcher den gestellten Anforderungen vollkommen entspricht und nun an jedem Abzugskanale bei *h* angebracht ist. Nach den Angaben dieses, in natürlich ununterbrochener Oscillation begriffenen Instrumentes, wird die Drosselklappe im Abzugskanale eingestellt. Die Einstellung geschieht mittelst eines als Kurbel dienenden federnden Zeigers bei *i*, welcher über einer mit einem gewellten Limbus versehenen Scheibe drehbar und durch seine Elastizität einstellbar ist.

Auch hier hat Dr. Böhm den Mechanismus so eingerichtet, dass ein Blick auf jene Scheibe hinreicht, um darüber zu unterrichten, ob die Klappe geschlossen oder geöffnet und bis zu welchem Grade letzteres der Fall sei, während der über der Scheibe situirte Indicator *h* die Richtung und Geschwindigkeit der Luftströmung ersehen lässt. Die untere Oeffnung jenes Abzugskanales, welcher sich neben dem Mantelofen befindet und die Oeffnung, welche das Innere des Mantelofens mit dem Saale verbindet und endlich jene, welche frische Luft in das Innere des Mantels führt, hat Dr. Böhm so montirt, dass sie durch einen um die vertikale Achse drehbaren Doppelflügel in die zusammengehörige Thätigkeit versetzt werden können. Eine einfache Drehung dieses Flügels genügt, um zu bewirken, dass entweder das Zimmer durch Cirkulation der Zimmerluft durch den Ofen blos geheizt werde, oder aber dass eine Cirkulation aufgehoben sei, und reine, frische, erwärmte Luft zu- und Zimmerluft abströmt.

Die zu diesem Behufe erfundene Einrichtung ist nicht nur übersichtlich und einfach, sondern sie gestattet zugleich die Reinhaltung der Kanäle, kann nicht leicht in Unordnung gerathen und macht es möglich, durch eine einfache Schliessvorrichtung eine unberufene Verstellung der Klappe hintanzuhalten. Solche Schliessvorrichtungen hat Dr. Böhm auch an den Drosselklappen, den

Regulirungsklappen, sowie den noch zu erwähnenden Regulirungsschiebern vorgesehen, um den Betrieb der Ventilation, beziehungsweise die Stellung der betreffenden Register, sicher zu stellen.

In jener Periode des Jahres, in welcher nicht geheizt wird, hängt es von der positiven oder negativen Differenz zwischen der Innen- und Aussentemperatur ab, ob die Luft durch die verticalen Kanäle abgeführt werde, oder aber umgekehrt — falls sie geöffnet — in die Räume herabsinkt, und, wenn Oeffnungen im Niveau des Fussbodens befindlich sind, durch dieselben abfliesst. Aber auch wenn bei vorhandener oder erzeugter geringer positiver Temperaturdifferenz die Luft durch die verticalen Kanäle abfliesst, muss, da dann der zu den Mantelöfen führende Luftkanal hiezu nicht genügt, auch noch anderweitig für ausreichenden Zutritt frischer Luft in einer Weise gesorgt werden, dass durch denselben die Bewohner nicht belästiget werden. Zu diesem Behufe sind in den Wänden, angemessen im Saale vertheilt, 3 Kanäle, *CCC*, von 2,2 Qu.-Fuss Querschnitt ausgespart, welche, nur Etagenhöhe besitzend, über dem Fussboden und unter dem Plafond mit dem Saale, sowie unten auch mit der Aussenluft communiziren, und so montirt sind, dass die Communikation mit Aussen entweder durch die untere oder aber durch die obere Zimmeröffnung stattfindet, so dass die Einströmung der Luft auf einer grossen Fläche vertheilt ist und die einströmende Luft gegen die Decke abgelenkt wird. Gleichzeitig ist dafür gesorgt, dass die durchfliessende Luftmenge regulirt und die Aussenöffnung im Winter vollkommen dicht verschlossen werden kann. Ein Indicator, *h*, zeigt auch hier — wenn die Luft durch die obere Oeffnung in den Raum eingeführt wird — die Grösse der Luftbewegung an.

In jenen Fällen, in welchen keine oder eine ungenügende Temperatur-Differenz (unter 3—5°) vorhanden ist, vollkommene Windstille besteht, und daher durch die natürlichen Verhältnisse eine ausreichende Ventilation nicht herbeigeführt werden sollte, könnte die nöthige Ventilation dadurch eingeleitet werden, dass in den Abzugskanälen über der oberen Oeffnung Leuchtgas zur Verbrennung gebracht würde.

Es versteht sich von selbst, dass in der guten Jahreszeit, wenn es die atmosphärischen Verhältnisse zulassen, nach Umständen auch die Fenster geöffnet werden können und sollen, und es ist ein Vorzug des Systems der natürlichen Ventilation, dass dieses nicht nur ohne Beeinträchtigung des beabsichtigten Zweckes geschehen darf, sondern dieselbe unter geeigneten Verhältnissen im Hochsommer fördert, besonders wenn die Fenster zu diesem Behufe zweckmässig construirt sind.

Nachdem ich nun die von Dr. Böhm hergestellten Apparate beschrieben habe, erlaube ich mir, die Wirkung derselben nochmals kurz zu wiederholen:

Bei der Ventilation mit Heizung strömt die reine kalte äussere Luft durch horizontale, unter dem Fussboden des Ganges liegende Kanäle von der Wandfläche des Hauses auf kürzestem Wege mit einem grossen Querschnitte in den Mantelraum des Calorifére, *A*, wird hier genügend und rasch erwärmt, steigt in den Zimmerraum, wird theilweise abgekühlt, verbraucht und entweicht durch die unteren, über dem Fussboden befindlichen Oeffnungen der 2 verticalen Abzugskanäle (Dachschläuche), *BB*, die nicht erwärmt werden, über die Firste des Daches ins Freie.

Bei der Ventilation ohne Beheizung (im Frühlinge, Sommer und Herbste) bei einer negativen Temperatur-Differenz (d. h. bei $+10$ bis $+15^0$ äusserer Temperatur und $+16^0$ Zimmerwärme) werden die 2 oberen Klappen der hohen Dachschläuche, *BB*, und der Aussenverschluss der nach oben offenen 3 Etagenschläuche, *CCC*, geöffnet. Die kühlere Luft der äusseren Atmosphäre steigt durch die Etagenschläuche, *CCC*, aufwärts, mündet bei der oberen Jalousie in den Saal, senkt sich hier, wird durch die höhere Temperatur des Zimmers, welche durch menschliche Wärme entsteht, erwärmt und zieht durch die Plafondöffnungen der Dachschläuche, *BB*, über die Firste des Daches ins Freie. Die Wirkungen sind im Sommer durch Einlegen eines Gasbrenners im Dachschlauche noch einer Steigerung fähig.

Bei der Ventilation ohne Feuerung und ohne Lockkamin wird bei positiver Temperatur-Differenz der äusseren Luft im Hochsommer (von + 16 bis + 18° R.) äussere Luft von beiden oberen Oeffnungen der hohen Dachschläuche, *BB*, und den unteren Oeffnungen der 3 Etagenschläuche, *CCC*, Gebrauch gemacht oder eine nach der Windrichtung verschiedenartige Combination der Etagenkanal-Oeffnungen eingestellt. Durch Abkühlung im Dachschlauche, *BB*, sinkt die äussere warme Luft in den Saal, wird hier bei Beschattung der Fenster durch Vorhänge noch mehr abgekühlt, fällt auf den Fussboden des Saales und fliesst durch die unteren Oeffnungen der Etagenschläuche, *CCC*, gegen die Erde ins Freie herab. Wie nach beiden früheren Methoden der Luftwechsel durch Erwärmung wird er im dritten Falle im Hochsommer durch Abkühlung der äusseren Luft erzielt.

Hiezu erlaube ich mir noch im Allgemeinen zu bemerken, dass die Ventilation eines jeden Saales vollkommen isolirt ist, und weder eine Vermischung der ein- noch abströmenden Luft in den Kanälen zweier Säle möglich, was in sanitätlicher Beziehung ein Vorzug von grösster Wichtigkeit ist.

Was die Kosten der Beheizung betrifft, so erscheinen auch diese bei der vortrefflichen Construktion der von Dr. Böhm entworfenen und in den Erzherzogl. Albrecht'schen Hüttenwerken hergestellten Caloriféres ungemein gering.

In 90 Tagen wurden bei fortwährender Heizung von 9 Caloriféres 386 bayer. Centner Coaks verbrannt, was, à Centner 42 kr., nur 270 fl. kostete. Es traf sonach auf einen Saalofen in 24 Stunden ein Coaks-Verbrauch von nur 20 kr., wobei aber die Luft des Saales vollkommen rein ventilirt wurde. Hieraus erhellt, dass der Betrieb des vollkommen genügenden Luftwechsels im Winter eigentlich gar nichts kostet.

Wenn ich nun allerdings bei dem erst dreimonatlichen Betriebe des hiesigen neuen Aushilfskrankenhauses von dahier gemachten Erfahrungen noch nicht sprechen kann, so glaube ich doch schon jetzt Herrn Dr. Braun vollkommen zustimmen zu dürfen, wenn er sagt:

„Die Böhm'schen Anlagen entsprechen in Rücksicht der Ein-
„fachheit, Dauerhaftigkeit, Billigkeit im Betriebe und sehr
„grosser Wirksamkeit im Luftwechsel, und in der Erwärmung
„den strengsten und hohen Anforderungen der Hygieologie,
„Pyro- und Aerotechnik";

und glaube, dieselben zur Weiterverbreitung, als Wohlthat für die Bevölkerung, nicht genug empfehlen zu können.

Cholera-Regulativ.

Den Sanitätsbehörden, den Aerzten und dem Publikum

vorgelegt von

W. Griesinger, Max Pettenkofer und C. A. Wunderlich.

Die Cholera hat sich in diesem Jahre frühzeitig gezeigt. Wie weit sie sich ausbreiten wird, steht dahin. Die Trockenheit des Jahres 1865, des vergangenen Winters und dieses Frühjahrs lässt selbst an einer grösseren epidemischen Verbreitung in vielen Theilen Deutschlands zweifeln. Doch kennen wir noch lange nicht alle Bedingungen der Epidemieen hinreichend, um in dieser Beziehung sicher zu sein; die Truppenbewegungen in Deutschland können, wenn sich erst nur wenige und kleine Heerde der Krankheit gebildet haben, zur raschen Ausbreitung in empfänglichen Distrikten beitragen; und sollten wir auch in diesem Sommer frei bleiben, wer kann wissen, wann uns ferner diese verheerende Krankheit bedrohen wird?

Die Wissenschaft besitzt einige feste, auf exacter Prüfung der Thatsachen beruhende Sätze über die Verbreitung der Cholera und die Ursachen der Epidemieen. Dieselben sind den Aerzten bekannt, die sich näher mit dem Gegenstande beschäftigt haben; manche kennen sie nicht genügend oder wissen sie doch unbegründeten Zweifeln gegenüber nicht mit Ueberzeugung festzuhalten. Dem Publicum sind diese Sätze, auf die doch alle ernsthaften Schutz- und Vorbauungsmassregeln gegen die Cholera begründet sind, fast gänzlich unbekannt, während sie doch höchst einfach und jedem Menschen verständlich sind. Nähert sich die Cholera einem Orte, so sehen wir unter den Bewohnern gewöhnlich nur rathlose Angst und Greifen nach unzweckmässigen oder schädlichen, von der Gewinnsucht angepriesenen Mitteln, statt des festen Entschlusses, dass Jeder zur Bekämpfung des Feindes consequent das anwende, was Wissenschaft und Erfahrung wirklich als wirksam zeigen, wodurch Jeder am besten sein eigenes bedrohtes Leben schützen wird. Die Sanitäts-

behörden selbst sind noch vielfach im Unklaren über den Nutzen oder die Entbehrlichkeit der wichtigsten Massregeln, z. B. der Quarantänen, der Absperrungen, der Desinfection. So ist es nicht zu verwundern, wenn oft wahrhaft wirksame Massregeln unterbleiben, dagegen ganz unnütze, ja absurde Proceduren angestellt werden; hat man doch z. B. noch dieses Frühjahr bei einer der kleinen Cholera-Epidemieen die Luft der Strassen mit Wachholderbeeren geräuchert!

Unter diesen Umständen schien es uns nützlich, dass den Sanitätsbehörden, den Aerzten und dem Publicum die Sätze über die Verbreitung der Cholera in kurzer Zusammenstellung mitgetheilt werden, welche als wissenschaftlich festgestellt gelten können und auf denen die Vorbeugungsmassregeln gegen die Krankheit beruhen, und dass für diese Massregeln selbst wissenschaftliche Grundsätze und gute Verfahrungsweisen angegeben werden. Wir haben diess hier gethan und hoffen zuversichtlich, dass unserer Mittheilung Aufmerksamkeit geschenkt und das Unglück, welches die Epidemieen der Cholera über die menschliche Gesellschaft bringen, durch Beachtung und Befolgung des hier Gebotenen vermindert werden wird.

Bezüglich der Desinfection legen wir den Sachverständigen und Behörden ein Princip zur praktischen Anwendung vor, welches wohl bisher schon vielen der gebräuchlichen Methoden zu Grunde lag, aber nicht mit der wünschenswerthen und nöthigen Sachkenntniss durchgeführt wurde. Dasselbe scheint uns eine nahe liegende Consequenz aus bekannten und erwiesenen Thatsachen zu sein und man darf von einer vollständigen Durchführung dieses Principes jedenfalls den endgiltigen Entscheid einer bestimmt formulirten und wohl begründeten Frage und damit auch einen Fortschritt in der Erkenntniss und Bekämpfung der Cholera erwarten.

Unsere Einsicht in die Cholera wird vor Allem gefördert durch eine gute Beobachtung der Epidemieen. Wir hielten es desshalb nicht für überflüssig, im zweiten Theile dieses Schriftchens die Gesichtspunkte anzugeben, nach welchen in den Epidemieen wirklich nützliche Beobachtungen angestellt werden sollen. Dieser Theil ist ganz für Aerzte und Sanitätsbehörden bestimmt; er führt kurz die Punkte an, deren Berücksichtigung die Wissenschaft fordert, damit

bei einer Epidemie die Thatsachen richtig erhoben und für die Verhütung und Bekämpfung künftiger Epidemieen fruchtbar gemacht werden. Nicht an allen Orten werden alle Punkte dieses Beobachtungsprogramms gleichmässig berücksichtigt werden können. Es ist dann besser, wenn nur ein Theil desselben, aber ernsthaft und consequent, als wenn alles zumal, aber mit ungenügenden Mitteln und zersplitterten Kräften in Angriff genommen wird. In mittleren und grösseren Städten, wo vorzüglich Gelegenheit zur vollen Durchführung des Programms gegeben ist, ist eine Theilung der Arbeit nach den einzelnen Seiten der Sache unerlässlich.

Wir hoffen, dass dieses Schriftchen den Regierungen und Sanitätsbehörden Veranlassung zu einem einheitlichen Handeln und Beobachten geben werde.

A. Maassregeln gegen Verbreitung der Cholera.

Es ist Thatsache, dass die Cholera, d. h. ihre specifische Ursache, ihr Keim, durch den persönlichen Verkehr der Menschen verbreitet wird. Nach den bisherigen Beobachtungen darf man annehmen, dass dieser Keim vorzugsweise, wahrscheinlich allein in den Darmausleerungen solcher Personen enthalten ist, welche aus von Cholera inficirten Orten kommen und an Diarrhöe oder Cholera leiden. Ob auch nicht an Cholera oder Diarrhöe leidende und sich völlig wohl fühlende Personen, welche aus inficirten Orten kommen, den Keim verbreiten können, lässt sich vorläufig mit Bestimmtheit weder bejahen noch verneinen.

Trotz lebhaften Verkehrs und muthmasslicher reichlicher Verbreitung des Cholerakeimes entstehen zu manchen Zeiten und an manchen Orten keine Epidemieen. Wir müssen desshalb annehmen, dass die Verbreitung des Keimes mit gewissen zeitlichen, örtlichen und persönlichen Hülfsursachen zusammentreffen muss, wenn die epidemische Verbreitung erfolgen soll. Es ist nicht zu bezweifeln, dass die wichtigsten dieser Hülfsursachen in der Bodenbeschaffenheit und in dem individuellen Körperzustande liegen. Hiernach haben die Massregeln gegen Verbreitung der Cholera wesentlich auf drei Punkte Rücksicht zu nehmen: 1) Auf den Cholera-Keim in den

Ausleerungen, 2) auf die Bodenbeschaffenheit des Orts, besonders den Untergrund der Wohnplätze, 3) auf das Verhalten, namentlich die Ernährungs- und Lebensweise der Menschen.

I. Abschnitt.

Ueber Desinfection.

§. 1. Princip der Desinfection.

Die Ausleerungen, welche den Cholerakeim enthalten, können durch chemische Mittel so umgewandelt werden, dass sie ihre schädliche Wirkung verlieren — Desinfection (Entgiftung) derselben.

Frische Ausleerungen von Cholerakranken und von Solchen, welche aus von der Cholera inficirten Orten kommen, wirken noch nicht vergiftend (Cholera erzeugend), im Gegensatz zum Verhalten anderer ansteckender Krankheiten, bei welchen der Kranke einen zur Mittheilung an Andere sofort reifen und wirksamen Ansteckungsstoff liefert, z. B. den Pocken. Erst bei weiterer Zersetzung und Veränderung, welche sehr wahrscheinlich nur ausserhalb des Organismus vor sich geht, bekommen die Ausleerungsstoffe die Fähigkeit, Cholera bei Gesunden zu erzeugen, und erst wenn die beiden oben genannten disponirenden Hülfsmomente hinzukommen, kann die epidemische Verbreitung der Krankheit erfolgen. Der Cholerakeim, er mag als Gift, als Ferment, als Zelle oder als was immer aufgefasst werden, muss daher jedenfalls ein organischer Stoff sein, der zu seiner Entwicklung gewisser äusserer Umstände bedarf.

Bisher ist kein practisch durchführbares Mittel bekannt, weder um alle organischen Bestandtheile in Harn und Koth sofort zu zerstören, noch um jede weitere Zersetzung und Veränderung derselben ausserhalb des Organismus zu verhindern, sie gleichsam immer in frischem Zustande zu erhalten. Man hat aber Ursache zu glauben, dass diess zur Unschädlichmachung des Cholerakeims auch nicht nothwendig ist, sondern dass es genügen wird, durch Beimischung gewisser Substanzen die Zersetzung der Excremente soweit abzuändern, dass diejenigen Umstände, unter denen sich der Cholerakeim gewöhnlich entwickelt, verhindert werden. — Obschon unbekannt mit der eigentlichen Natur des Cholerakeims und mit den

Veränderungen, die in ihm vorgehen, bis er wirksam, d. h. Krankheit-erzeugend wird, können wir uns doch mit grosser Wahrscheinlichkeit, das Richtige zu treffen, zum Behufe der Desinfection an gewisse chemische Merkmale der Flüssigkeiten halten, welche den Cholerakeim führen, sowohl ehe sie inficirend wirken, als nachdem sie diese Eigenschaft erlangt haben.

Jedes Gemenge von frischem Harn und Koth nimmt nach wenigen Tagen in Folge von Selbst-Entmischung eine alkalische Reaction durch Bildung von kohlensaurem Ammoniak an. Diarrhöische Darmentleerungen reagiren häufig schon im frischen Zustande alkalisch und gerade bei den Cholera-Entleerungen ist diess die Regel. Die Erfahrung hat schon längst gezeigt und die Chemie lehrt, dass es auf das Zustandekommen gewisser Veränderungen und Zersetzungen feuchter, oder in Wasser gelöster oder suspendirter organischer Stoffe von grossem Einflusse ist, welche Reaction die Flüssigkeit zeigt, so dass die einen mehr in sauren, die andern mehr in alkalischen, und wieder andere mehr in neutralen Flüssigkeiten eintreten, ja dass für viele die eine oder andere Reaction sogar absolute Bedingung ist.

Für den Cholerakeim oder das Choleragift ist es thatsächlich, dass seine Entwicklung durch die Gegenwart einer selbst sehr beträchtlichen Menge von kohlensaurem Ammoniak und Schwefelammonium, welche Stoffe alkalisch reagiren, durchaus nicht gehindert wird, ja im Gegentheil, die Thatsachen weisen sehr regelmässig darauf hin, dass der eingeschleppte Keim überall um so üppiger gedeiht und wuchert, je ausgedehnter und ergiebiger die Einwirkung des stets alkalischen Inhalts der Abtrittgruben auf den Boden und die Luft eines Hauses ist.

Es muss desshalb als sehr wahrscheinlich angesehen werden, dass die durch kohlensaures Ammoniak alkalische Reaction der Flüssigkeit zu den förderlichsten wesentlichen Bedingungen der Entwicklung des Cholerakeimes oder Giftes in den Excrementen gehöre. Aus diesem Grunde lässt sich erwarten, dass das Verhindern des Eintritts der alkalischen Reaction, oder wo sie bereits eingetreten ist, ihre Neutralisation bis zum deutlichen Auftreten einer sauren Reaction die Entwicklung des Cholerakeimes oder Giftes verhindert.

§. 2. Aufzählung der wesentlichsten Desinfectionsmittel.

Um diesen Zweck der Desinfection zu erreichen, dienen verschiedene Mittel; es sind nur solche zu wählen, welche überall in hinreichender Menge zu haben sind und keine anderen Nachtheile für die Gesundheit der Menschen und für das Material der Wohnungen zur Folge haben können.

Alle in Wasser löslichen sauer reagirenden Metallsalze in gehöriger Menge angewendet, können als Choleradesinfectionsmittel dienen. Unter diesen ist der Eisenvitriol am wohlfeilsten, am allgemeinsten und in der grössten Menge zu haben.

Manganchlorür, ein Nebenproduct der Chlorkalkfabrication, ist ebenso brauchbar wie Eisenvitriol, wenn die freie Salzsäure, die es gewöhnlich enthält, durch Behandlung mit metallischem Eisen gesättigt oder auf andere Weise entfernt worden ist. In der Nähe chemischer Fabriken ist solches Manganchlorür in der Regel noch billiger zu haben, als die äquivalente Menge Eisenvitriol, aber die producirte Menge ist zu gering, um allein den Bedarf der Desinfection im Allgemeinen decken zu können.

Den gleichen Zweck erfüllen die in Wasser löslichen Zinksalze (schwefelsaures und Chlor-Zink), welche zwar theurer sind, aber das Angenehme haben, dass sie bei dem unvermeidlichen Verschütten und Verspritzen keine Rostflecken, wie Eisenvitriol machen.

Die Eigenschaft, die frischen, flüssigen und festen Ausscheidungen des Körpers sauer zu erhalten, besitzen auch noch andere Stoffe, unter denen namentlich die Carbolsäure (Phenylhydrat, Frankfurter Kreosot) hervorzuheben ist. Sie kann aus Steinkohlentheer in grossen Mengen, und da es bei diesem Zwecke auf völlige Reinheit nicht ankommt, auch billig dargestellt werden. Leider ist auch dieser Artikel nicht in Mengen zu erhalten, um als allgemeines Desinfectionsmittel benützt werden zu können, und würde selbst dann nicht ohne gleichzeitige Anwendung von Metallsalzen (Eisenvitriol) brauchbar sein, wo bereits alkalisch gewordene Excremente angesäuert werden müssen. Die präservirende Kraft der sauren Metallsalze kann aber durch einen äusserst geringen Zusatz von Carbolsäure sehr erhöht werden. Einer Carbolsäurelösung gleich ist roher Holzessig zu halten.

Alle bisher erwähnten Mittel werden in flüssiger Form, in Wasser gelöst, angewendet; es gibt aber Fälle, in denen das Desinfectionsmittel gasförmig sein soll, wenn nämlich Objecte (z. B. klüftige Abtrittsschläuche, unzugängliche Rinnen und Kanäle etc.) zu desinficiren sind, welche einer allseitigen Durchtränkung mit Flüssigkeit unübersteigliche Hindernisse entgegensetzen. In solchen Fällen verwendet man flüchtige, oder gasförmige Säuren, unter denen sich die schweflige Säure, wie sie durch Verbrennen von Schwefel und Schwefelfäden oder durch Uebergiessen von schwefligsauren Salzen mit concentrirter Schwefelsäure oder Salzsäure leicht erhalten werden kann, am meisten empfiehlt.

Die genannten Substanzen entsprechen ihrer chemischen Natur nach dem Princip, die alkalische Reaction der Auswurfstoffe zu verhindern. Ausser den eben genannten sind bisher noch einzelne andere Mittel zur Desinfection gebraucht worden, namentlich der Chlorkalk. Bestimmte Thatsachen für seine Wirksamkeit liegen gar nicht vor, und wenn er desshalb auch nicht für ganz unwirksam erklärt werden soll, so wäre es doch sicher nicht räthlich, neben den in erster Reihe zu empfehlenden sauren Substanzen ein Mittel von ganz anderer Natur vorzuschreiben, das durch seine alkalische Reaction letzteren nur hindernd in den Weg treten könnte, zudem aber auch nicht in der Menge und zu dem Preise zu haben ist, dass es als allgemeines Desinfectionsmittel empfohlen werden könnte.

§. 3. Ueber die Menge, in welcher die Desinfectionsmittel angewendet werden müssen.

Die Frage, in welcher Menge die Desinfectionsmittel anzuwenden seien, lässt sich im Allgemeinen dahin beantworten, dass die Desinfection als eine genügende erachtet werden könne, wenn die Excremente und was sich mit diesen gemischt vorfindet, nicht alkalisch, sondern deutlich sauer reagiren und diese saure Reaction beibehalten, bis sie aus der Nähe menschlicher Wohnplätze entfernt werden.

Man kann annehmen, dass 25 Grammen Eisenvitriol[1]) (oder

---

[1]) 1 Zentner (= 50 Kilogrammen) Eisenvitriol kann um 2 Thaler bezogen werden. Hienach würde das Desinfectionsmittel für 1 Person täglich nicht ganz 1/2 Pfennig norddeutsche oder nicht ganz 1 Heller süddeutsche Währung kosten.

ein Aequivalent Zink- oder Mangansalz) in Wasser gelöst durchschnittlich für einen Tag und eine Person zu rechnen sind. Diese Annahme setzt voraus, dass die Bevölkerung aus allen Altersclassen gemischt ist und dass die frischen Excremente nicht mit alten, bereits in alkalische Zersetzung übergegangenen zusammengebracht, sondern dass letztere entweder vor Beginn der Desinfection vollständig entfernt, oder was das einfachere sein wird, mit demselben Mittel so lange versetzt worden sind, bis ihre alkalische Reaction in eine saure übergegangen ist.

Diese Menge von 25 Grammen ist einem Durchschnittsverhältniss von Erwachsenen und Kindern, von Gesunden und Kranken entnommen. Ein Gemenge von Harn und Koth von Gesunden reagirt im frischen Zustande fast immer sauer, während das gleiche Gemenge von Diarrhöekranken häufig schon im ganz frischen Zustande alkalisch reagirt.

Wenn ein Gemenge von Excrementen einmal sauer ist, so kann es in diesem Zustande durch eine sehr geringe Menge Carbolsäure erhalten werden. Wo man Gelegenheit hat, diese Säure anzuwenden, ist sie sehr zu empfehlen, da sie nicht nur dem Zweck der Desinfection vollkommen entspricht, sondern auch den Geruch der Excremente mehr als jedes andere Mittel verdrängt. 3 Grammen reiner Carbolsäure, oder 4 Grammen eines nicht ganz reinen Präparates,[1]) wie es bei der ersten Abscheidung aus dem rohen carbolsauren Natron erhalten wird, in 100 Grammen Wasser durch Schütteln gelöst, genügen für einen Tag und eine Person, vorausgesetzt, dass die Excremente bereits sauer reagiren.

§. 4. Gegenstände der Desinfection.

Der Desinfection sind zunächst die Excremente, dann alle Vorrichtungen zur Aufsammlung, oder Fortschaffung und Fortleitung derselben, überhaupt alle Gegenstände zu unterwerfen, woran Excremente haften. Die Excremente (Harn und Koth sowie Erbrochenes) werden am besten schon sofort in Gefässe entleert, welche das Desinfectionsmittel enthalten. Als Objecte der Desinfection sind

---

[1]) Die Fabriken, welche Steinkohlentheer verarbeiten, können 1 Kilogramm (= 2 Zoll-Pfunden) zu 1 Thaler abgeben. Hienach würde das Desinfectionsmittel für 1 Person täglich 1½ Pfennige oder ¼ Kreuzer kosten.

desshalb nicht bloss die Stuhl- und Darm-Entleerungen und das Erbrochene zu betrachten, sondern auch alle Geschirre, die zur Sammlung und Aufbewahrung derselben dienen, als Kübel, Abtritte, Gruben, Kanäle, Röhren etc., in welche die Excremente gelangen, ferner Misthaufen, sowie Wäsche, Kleider und Zimmerboden, an welchen Excremente haften. Der Darminhalt von Choleraleichen und was dadurch verunreinigt werden kann, ist ebenso zu betrachten.

Es ist den Sachverständigen der einzelnen Lokalbehörden zu überlassen, das für die örtlichen Verhältnisse Geeignetste nach den hier entwickelten Grundsätzen anzuordnen.

Zur Desinfection von Wäsche und Kleidern, sowie von Zimmerböden ist bisher gewöhnlich Chlorkalk angewendet worden. In dieser Beziehung ist auf §. 2 (p. 441) zu verweisen. Eisenvitriol und eisenhaltiges Manganchlorür machen allerdings Wäsche, Kleider und Zimmerböden sehr rostfarbig und entwerthen sie dadurch, Carbolsäure in Wasser gelöst oder Zinksalze zeigen diesen Nachtheil nicht. Die Carbolsäure wirkt durch ihren stark haftenden Geruch sehr belästigend und würde namentlich bei Zimmerböden grosse und andauernde Unannehmlichkeiten haben, so dass für Wäsche u. s. w. wässrige Lösungen von schwefliger Säure, oder von Zinkvitriol oder Chlorzink den Vorzug verdienen.

Ueberall ist das Publicum auf den wichtigen Umstand aufmerksam zu machen, dass frische Ausleerungen selbst in den heftigsten Fällen von asiatischer Cholera nach allen bisherigen Erfahrungen an Aerzten und Wärtern nachweisbar keine Gefahr gebracht haben, dass also um so weniger zu befürchten ist, je schneller die nöthigen Schritte für Reinlichkeit und Desinfection geschehen.

Es versteht sich, dass auch die möglichst vollständige Entfernung aller organischen Ueberreste und faulender Substanzen aus dem Bereiche menschlicher Wohnplätze, ferner die Vernichtung verdächtiger, werthloser Gegenstände erfolgen kann und soll, aber nie ohne vorausgegangene gründliche Desinfection.

§. 5. Wann mit der Desinfection begonnen werden soll?

Es ist eine wichtige Frage, wo und wann mit der Desinfection begonnen werden soll. Bei jeder Choleraepidemie hat man die

Wahrnehmung gemacht, dass viele Orte, trotz des lebhaftesten Verkehrs mit anderen von der Cholera ergriffenen, stets frei geblieben sind, wenigstens keine Epidemie bekamen; ferner dass Orte in gewissen Jahren ergriffen worden, in andern frei geblieben sind, obschon im Verkehr und der Lebensweise der Einwohner keine Aenderung stattgefunden hat. Als Grund für diese beiden wichtigen Vorkommnisse vermag man bisher nichts anzugeben, als die Bodenbeschaffenheit als örtliches und den Wechsel der Bodenfeuchtigkeit (des Grundwasserstandes) als zeitliches Moment. Hierüber wird im II. Abschnitt das Wichtigste angegeben werden.

Die Entscheidung der Frage, welche Orte oder Ortstheile, oder Gegenden, und zu welcher Zeit sie für Entwicklung einer Cholera-Epidemie empfänglich sind, hängt hienach wesentlich von lokalen Untersuchungen und Beobachtungen ab, die bisher wohl in den wenigsten Orten und Gegenden hinreichend genau und lange genug angestellt worden sind.

Wo man die Einschleppung der Krankheit und ihre epidemische Entwicklung in einem Orte zu befürchten hat, soll man mit der Desinfection nicht warten, bis sich der epidemische Charakter ihres Auftretens in mehreren Häusern und in mehreren Fällen constatirt hat. Die Desinfection soll nicht, wie es bisher häufig geschehen ist, dem Ausbruche der Cholera in den einzelnen Häusern auf dem Fusse folgen, sondern ihm vorauseilen. Nur als prophylaktische Massregel hat die Desinfection Bedeutung.

Wenn in einem Hause in Folge von Einschleppung bereits ein unzweifelhafter Cholerafall unter den Hausgenossen sich ereignet, dann wird man mit der Desinfection in der Regel zu spät kommen; denn wenn der Erkrankte im Hause selbst inficirt worden ist, so ist die Gelegenheit, den Infectionsstoff in sich aufzunehmen, zur selben Zeit durchschnittlich für alle Bewohner des Hauses vorhanden gewesen, und es wird wesentlich auf die individuelle Disposition ankommen, ob, wann und wie weit im einzelnen Individuum die Krankheit sich entwickelt. Indessen auch in Häusern, wo schon ein Cholerafall vorgekommen ist, ist die Desinfection nicht zu unterlassen, da doch einer stets neuen Weiter-Entwicklung des Keims in dem Hause durch sie entgegengewirkt wird.

Wenn in einem einzigen Hause eines Ortes einmal ein Cholerafall aufgetreten ist, hat man um so mehr Ursache, sich mit der allgemeinen Desinfection der übrigen Häuser eines Ortes zu beeilen, als der Keim von dem ersten Hause aus bereits wieder in andere empfängliche Häuser verschleppt worden sein kann, noch ehe die Erkrankung im ersten Hause ärztlich und amtlich constatirt werden konnte.

Die Verheimlichung oder Nichtbeachtung der ersten Cholerafälle in einem Orte gehört desshalb zu den grössten Fehlern, welche man begehen kann; man schadet dadurch dem Allgemeinen mehr, als man später durch die grössten Anstrengungen und Opfer nützen kann.

Die Abtritte der Eisenbahnstationen und der Gasthöfe sind so lange zu desinficiren, als die Einschleppung der Cholera durch den Verkehr zu befürchten ist.

Die Wäsche von Fremden in Gasthöfen muss desinficirt werden, ehe sie zum Waschen gegeben wird.

Wann mit der Desinfection wieder aufzuhören sei? — die Beantwortung dieser Frage hängt wesentlich davon ab, ob die Möglichkeit der Einschleppung des Keimes, oder ob die zeitliche Disposition des Ortes aufgehört hat. Beide Momente so weit zu präcisiren, dass sie für die Praxis sichere Anhaltspunkte gewähren, muss ferneren Untersuchungen anheimgestellt werden.

§. 6. Ueberwachung der Desinfection.

Die Ausführung der Desinfection kann den einzelnen Hauseigenthümern überlassen werden, am besten aber wird sie von den Gemeinden selbst übernommen, in beiden Fällen aber ist ihre genaue Ueberwachung in ärztliche Direction zu geben. Die Ueberwachung hat wesentlich zu constatiren, dass nirgend, wo Excremente angesammelt oder fortgeschafft werden, alkalische Reaction angetroffen, und dafür zu sorgen, dass dieselbe dort, wo sie angetroffen wird, schleunigst in die entgegengesetzte saure übergeführt werde.

Um die saure Reaction zu constatiren, genügt es, mit einem Glasstabe einen Tropfen der Flüssigkeit, welche Excremente enthält, auf blaues Lakmuspapier zu legen und zu beobachten, ob dieses dadurch geröthet wird.

Um die alkalische Reaction zu constatiren, bringt man einen

Tropfen derselben Flüssigkeit auf gelbes Curcumapapier, welches dadurch rothbraun gefärbt wird.

Will man die Luft in Abtritten, Abtrittröhren und Kanälen auf die Gegenwart von kohlensaurem Ammoniak prüfen, so befeuchtet man einen Streifen Curcumapapier mit destillirtem Wasser, legt ihn bis zur Hälfte seiner Länge zwischen zwei Glasplättchen, und setzt ihn an dem freiliegenden Theile einige Minuten der Einwirkung der zu prüfenden Luft aus. Bei Gegenwart der geringsten Menge Ammoniak zeigt sich ein deutlicher Unterschied in der Färbung des vom Glase bedeckten und des nicht bedeckten Theiles des Curcuma-Papierstreifens.

§. 7. Beschränkung des Verkehrs.

Da es nicht mehr zu bezweifeln ist, dass der Keim zu den Choleraepidemieen durch den Verkehr der Menschen verbreitet wird, so muss man annehmen, dass die Verbreitung aufhört, wenn man allen Verkehr unterbricht. Da aber eine vollständige Unterbrechung desselben ein grösseres Unglück als die Cholera selbst wäre, so haben sich alle dahin zielenden Anordnungen bisher jederzeit fruchtlos und illusorisch erwiesen; man muss sich im Wesentlichen auf eine strenge Durchführung der Desinfection zur Unschädlichmachung des Verkehrs beschränken.

Wenn die gegenwärtigen Ansichten über den Träger des Keimes und über das Wesen der Desinfection richtig sind, so kann letztere denselben Schutz gewähren, wie eine völlige Sperre des Verkehrs, oder wie die natürliche Immunität eines Platzes.

Nur an den Meeresküsten, in Seehäfen ist eine Sperre des Verkehrs mit einiger Aussicht auf Erfolg anzuwenden, wenn man alle aus inficirten Häfen kommenden Schiffe auf die Dauer des längsten Incubationsstadiums, welches man für Cholera beobachtet hat, an der Landung verhindert oder die Mannschaft und Passagiere in streng abgeschlossenen Quarantäne-Anstalten für diese Zeitdauer unterbringt.

Eine solche Quarantäne hat also mindestens vier Wochen zu währen, und ist so einzurichten, dass die Ankommenden auf die Abgehenden keine Infection übertragen können.

Die Desinfectionsmassregeln sind auch in den Quarantäne-Anstalten strengstens durchzuführen.

II. Abschnitt.

Ueber die örtliche und zeitliche Disposition.

Auf die örtliche und zeitliche Disposition haben nach dem gegenwärtigen Stande der Forschung die Durchgängigkeit des Bodens für Wasser und Luft, dessen wechselnder Wassergehalt und die Imprägnirung mit organischen stickstoffhaltigen verwesenden Stoffen den grössten Einfluss.

Ein für Wasser und Luft nicht, oder nur sehr wenig durchgängiger Boden (z. B. compakter Felsboden) zeigt sich für eine epidemische Entwicklung nicht oder sehr wenig empfänglich.

Poröser Boden oder auch Felsboden, der sehr zerklüftet ist und dessen zahlreiche Klüfte bis zu einer grösseren Tiefe hinab mit geschlämmter imprägnirter Erde ausgefüllt sind, gewähren einen solchen Schutz nicht.

Wenn eine abnorme Durchfeuchtung der porösen imprägnirten Bodenschichten vorausgegangen ist und die Luft daraus eine längere Zeit hindurch und bis zu einer beträchtlicheren Höhe als gewöhnlich, durch Grundwasser verdrängt war, so begünstiget ein rasches Sinken desselben die epidemische Entwicklung der Cholera an solchen Orten.

Je imprägnirter eine Schichte mit organischen verwesenden Substanzen ist, desto gefahrbringender wird das Zurückgehen des Grundwassers, falls der Keim der Cholera zu dieser Zeit eingeschleppt wird.

Das Zurückgehen des Grundwassers, das Austrocknen andauernd und stark durchfeuchteter Bodenschichten scheint das wichtigste Moment für die Zeit des Auftretens der Choleraepidemien zu sein.

In Flussthälern, in Mulden, dicht am Fusse von Abhängen (an Steilrändern) wirken diese drei Faktoren häufig im ungünstigen Sinne zusammen, diese Terrainform begünstiget namentlich die Bildung, Ansammlung, Stauung und Schwankung von Grundwasser.

Oertlichkeiten auf der Schneide zwischen zwei Mulden, Gegenden zwischen zwei Wasserscheiden zeigen durchschnittlich eine viel geringere Empfänglichkeit.

Flussthäler zeigen sehr regelmässig eine Abnahme ihrer Empfänglichkeit in dem Maasse, als sie sich ihren Wasserscheiden nähern.

Gegen Bodenbeschaffenheit, Grundwasser und Imprägnirung ist momentan wohl nirgend etwas zu unternehmen. Wo die Einschleppung des Keimes mit diesen drei Faktoren in einem ungünstigen Sinne zusammentrifft, da kann mit Ausnahme der Desinfection zunächst nichts geschehen, als eine solche Oertlichkeit entweder zu meiden, oder zu verlassen.

Aus diesem Verhalten der Cholera lässt sich nicht nur für Choleraflüchtlinge, sondern auch bei Auswahl von Oertlichheiten für Choleraspitäler, Quarantän-Stationen, bei der Wahl von Lagerplätzen für Truppen, Eisenbahn- und andere Bau-Arbeiter vielfach der grösste Nutzen ziehen. Wenn es auch sein mag, dass im Kriege strategische Rücksichten oft keine weitere Wahl des Platzes zulassen, so kann man doch darauf dringen, dass eine Auswahl überall und immer da eintreten soll, wo und wie weit es die Kriegszwecke gestatten. Diese Auswahl des Platzes, z. B. die Bevorzugung eines hochgelegenen Terrains mit compactem Boden, ist namentlich unter Umständen von grosser Wichtigkeit, wo man einer vollständigen und ausnahmslosen Durchführung der Desinfection nicht ganz sicher sein kann.

III. Abschnitt.

Ueber die individuelle Disposition.

In jedem von der Cholera ergriffenen Hause oder Orte ist stets die Mehrzahl der Bewohner gleichmässig den epidemischen Einflüssen des Keimes und des Bodens ausgesetzt, die meisten spüren auch zur Zeit einer Cholera-Epidemie eine Aenderung in ihrem Befinden, und doch kommt es nur bei verhältnissmässig wenigen zu einem gefahrbringenden Ausbruch der Krankheit. Die Widerstandskraft gegen diese epidemischen Einflüsse ist bei verschiedenen Individuen sehr verschieden.

In so ferne die Durchschwitzung von Wasser aus den Organen in den Darmkanal die wesentlichste Erscheinung des Choleraprocesses ist, muss für das Individuum Alles von Wichtigkeit sein, was eine solche Durchschwitzung vorbereiten, begünstigen oder veranlassen kann. Alles macht dazu geneigt, was den Darm übermässig reizt, oder erschlafft, was den Kreislauf von der Oberfläche des Körpers

weg mehr nach den innern Organen drängt, Alles was sonst entweder den normalen Wassergehalt der Organe erhöht oder was die normale Wasserabgabe des Körpers beeinträchtigt.

Jeder Einzelne vermeide desshalb strenge Alles, wovon er aus Erfahrung weiss, dass es ihm leicht Diarrhöe verursacht, und falls sie doch eintritt, suche er sofort ärztliche Hilfe. Die ärztlichen Besuche von Haus zu Haus bei den Gesunden, um alsbald jedes Unwohlsein bei seiner Entstehung zu entdecken, haben namentlich der unbemittelten Klasse bei allen Epidemien grosse Dienste geleistet.

Die Errichtung von Verpflegs- und Beobachtungs-Stationen für bloss an Diarrhöe Leidende ausser den eigentlichen Choleraspitälern ist sehr zu empfehlen. Auch hiefür sind möglichst gut gelegene Oertlichkeiten auszuwählen.

Auf unsern allgemeinen Körperzustand haben, eine normale Beschaffenheit der Organe vorausgesetzt, Nahrung, Getränke, Kleidung, Wohnung und Beschäftigung einen grossen Einfluss.

Der Genuss verdorbener Nahrungsmittel und unreinen Wassers ist selbstverständlich zu vermeiden. Die Nahrung sei zwar mässig, aber kräftig. Eine der Verdauungskraft angemessene und wohl zubereitete Menge und Mischung von Suppe, Fleisch, Brod, leichten mit Eiern bereiteten Mehlspeisen mit etwas Gemüse wird am zuträglichsten sein.

Man hüte sich vor einem übermässigen Genusse von Getränken und von Flüssigkeiten überhaupt, trinke weder von Wasser, noch von Bier oder Wein mehr, als nothwendig ist, den Durst zu stillen. Die an einen grossen Genuss von weingeistigen Getränken, namentlich von Branntwein gewöhnten Personen unterliegen der Krankheit sehr zahlreich. Das Trinkwasser sei rein und klar, die weingeistigen Getränke ächt und wohl vergährt.

Von einer momentanen Aenderung der Diät darf man sich keine plötzliche Verbesserung des Zustandes der Organe versprechen; es dauert oft Wochen lang, bis sich der Körper mit einer Diät ins Gleichgewicht setzt. Die Bevölkerung soll zur Zeit nahender oder ausgebrochener Cholera überhaupt besser genährt werden.

Die Kleidung soll wesentlich vor Erkältung schützen, ohne die Transspiration zu erschweren. Erkältungen drängen den peri-

pherischen Kreislauf zurück und verursachen sehr häufig eine Ueberfüllung innerer Organe, namentlich Katarrhe der Schleimhäute. Es ist sehr zu empfehlen, den Unterleib warm zu halten, wozu die üblichen Flanellbinden dienen. Gute Betten und reine Wäsche sind wirksame Mittel gegen Störungen der Transspiration.

Die Unterstützung der Hautthätigkeit durch innerliche Mittel, namentlich durch warme Getränke, (Pfeffermünz-, Chamillen-Thee, warmen Wein u. s. w.) ist in jedem einzelnen Falle dem ärztlichen Ermessen anheim zu geben, ebenso der etwaige Gebrauch von Dampfbädern oder römisch-irischen Bädern.

Die Wohnung hat den grössten Einfluss auf die Luft, die wir athmen, welche uns beständig umfliesst, und welche uns ununterbrochen Sauerstoff zuführen, und Wärme, Wasser und Kohlensäure in einem Verhältnisse abnehmen muss, wie es der normale Zustand unseres Körpers bedingt. Längerer Aufenthalt in einer eingeschlossenen Luft, welche uns zu wenig Wasser und Kohlensäure abnimmt, vermehrt erfahrungsgemäss die Disposition für Cholera in hohem Grade. Der Mangel an frischer Luft, schlechte Ventilation in den Zwischendecken überfüllter Schiffe, in überfüllten Kasernen, Gefängnissen, und sonstigen zu kleinen oder zu überfüllten Wohnräumen ist eine durch viele Thatsachen erwiesene, bekannte Ursache der oft erschreckenden Ausbrüche der Krankheit. Bei denjenigen, welche den Cholerakeim an einem inficirten Orte in sich aufgenommen haben und darnach in sehr wenig, d. i. in sehr schlechter Luft zu leben gezwungen sind, kann sich nach wenigen Tagen die individuelle Disposition so steigern, dass sie von der ausgebildeten Krankheit zahlreich ergriffen werden, während andere, welche am selben Orte inficirt worden sind, darnach aber in besserer Luft leben, oft nur wenig oder gar nicht daran zu leiden haben.

Alle Wohnungen sollen daher während einer Choleraepidemie besonders gut und ununterbrochen gelüftet, und mit aller Sorgfalt reinlich gehalten werden. Gegen die Nachtheile, welche man häufig mit Unrecht von zu grossem Luftwechsel, von sogenannter Zugluft befürchtet, schützt man sich viel zweckmässiger durch Kleidung Bett, Heizung u. s. w., als durch zu sorgfältiges Schliessen aller Fenster und Thüren.

Niemand darf glauben, dass die eingeschlossene Luft des Hauses je besser wäre, als die Luft auf der Strasse; denn das Haus kann seine Luft nicht aus sich, sondern nur von der Strasse, überhaupt aus seiner unmittelbaren Umgebung schöpfen.

In einer faulen übelriechenden Luft werden die schädlichen Bestandtheile durch Beimischung riechender Stoffe (Räucherungen) wesentlich nicht zerstört, sondern es wird der widerliche Geruch in der Regel nur durch einen stärkeren aber angenehmeren Geruch verdeckt. Eigentlich verbessert kann die Luft nur durch Luftwechsel werden, welcher eine Verdünnung aller fremden Stoffe in derselben bewirkt.

Je überfüllter oder kleiner eine Wohnung oder ein Zimmer ist, um so nothwendiger ist ein entsprechender Luftwechsel.

Seit langer Zeit ist man gewohnt, in Räumen mit verdorbener Luft Chlorkalk aufzustellen, ohne übrigens je den geringsten Vortheil davon constatiren zu können. Chlor wirkt allerdings auf die meisten organischen Substanzen verändernd ein; wenn es aber zur Desinfection eines bewohnten Raumes in der nöthigen Menge angewendet würde, dann wäre die Luft nicht mehr athembar; man darf nicht vergessen, dass auch unser eigener Körper eine organische Substanz ist, welche durch Chlor angegriffen wird.

Will man während einer Choleraepidemie neben einem ergiebigen Luftwechsel in Wohn- und Kranken-Zimmern auch noch Geruch verbreiten, so verwendet man am besten eine flüchtige Säure nebst etwas ätherischem Oele. Die Säure darf die Respirationsorgane nicht belästigen. Aufspritzen oder Verdunsten von Essig oder Essigsäure in einer Menge, dass die Luft merkbar darnach riecht, wird nie schädlich sein, ja als saurem Körper darf man der Essigsäure nach den oben erläuterten Grundsätzen auch desinficirende Eigenschaften zuschreiben.

Beschäftigung und Körperbewegung bis zu einem gewissen Grade sind der Gesundheit nicht nur zuträglich, sondern zu ihrer Erhaltung sogar nothwendig; sie dürfen aber nicht bis zum Uebermasse, bis zur grossen Ermüdung oder Erschöpfung getrieben werden. Uebergrosse Anstrengungen wirken ebenso disponirend, wie Ausschweifungen und Excesse jeder andern Art, wie ein Uebermass an Essen und Trinken, wie heftige Gemüthsbewegungen u. s. w.

Wer seine tägliche Beschäftigung wesentlich im Zimmer verrichtet, soll sich täglich auch einige Zeit in freier Luft Bewegung machen. An Tagen, wo das Wetter am Ausgehen hindert, kann man sich auch im Zimmer bei geöffneten Fenstern eine angemessene Bewegung machen.

IV. Abschnitt.

Verhaltungs-Massregeln für Armeen im Felde.

Auch für Armeen im Felde kann sehr viel geschehen, um die Cholera zu verhüten und ihre Verbreitung und Gefahr für die Truppen selbst und für die Bevölkerung des besetzten Landes zu vermindern. Die militärischen Rücksichten werden in sehr vielen Fällen gestatten, prophylactische Massregeln zur Ausführung zu bringen und es wird vielleicht auch für den militärischen Erfolg von deren Durchführung in vollem Umfange oft mehr Nutzen gebracht, als von errungenen Siegen.

1. Es versteht sich, dass im Allgemeinen Orte, an denen die Cholera herrscht, bei Truppenmärschen gemieden werden sollen. Es kann zwar der blosse Durchmarsch durch einen solchen Ort ohne allen Aufenthalt als gefahrlos betrachtet werden; aber jeder Aufenthalt, auch nur von Stunden, sowohl von Abtheilungen als von Einzelnen kann Cholera unter die Truppen bringen, die sich meist bald, möglicherweise aber erst nach 14 Tagen bis 4 Wochen unter ihnen zeigen wird. — Ein Campiren im Freien, in der Nähe, ist unter allen Umständen eher räthlich, als das Beziehen von Quartieren in einer Stadt, wo die Cholera herrscht. In grösseren Städten kommt es öfters vor, dass während einer Epidemie nur einzelne Stadttheile befallen werden, andere aus örtlichen Gründen (S. 447) frei sind. Wenn die Besetzung einer solchen Stadt überhaupt nothwendig erscheint, sollte wenigstens nur der freie Stadttheil von den Truppen eingenommen und denselben das Betreten des befallenen Theiles strenge untersagt werden. — Wenn zu einem Truppentheil Ersatzmannschaften oder andere Truppen stossen, die aus Choleragegenden kommen (wenn sie gleich nicht dafür gelten, dass sie die Krankheit mit sich führen), so ist es räthlich, die neuhinzukommenden zuerst in einem abgesonderten Lager mindestens 14 Tage zu

halten, dort einer anhaltenden ärztlichen Beobachtung zu unterwerfen, und Desinfection anzuordnen.

2. Wo man die Wahl hat, sind bei der Nähe der Cholera für die Lagerung der Truppen stets höher gelegene Oertlichkeiten, namentlich auf der Schneide von Wasserscheiden, und auf möglichst trockenem und compactem Grunde, unter keinen Umständen aber sehr muldenförmige und feuchte Terrains zu wählen, und es ist wenn thunlich, Desinfection aller Excremente prophylactisch durchzuführen.

3. Zeigen sich unter einem Truppentheil Cholera oder viele verdächtige Diarrhöen, so sind

a) alle Cholerakranke augenblicklich auszuscheiden und in eigene, etwas entfernte Hospitäler, am besten in Zelte oder Baraken, zu verlegen. Diese errichte man seitwärts des Lagers der Truppen, auf möglichst trockenem, compactem Boden; die Ausleerungen und die Effecten der Kranken sind auch hier strengstens nach Anweisung S. 438 bis 446 zu behandeln.

b) Die Diarrhöekranken sollen, wenn es die Verhältnisse gestatten, gleichfalls ausgeschieden und in besondere Beobachtungs-Stationen gebracht werden zum Behufe ihrer Heilung (Verhütung des Ausbruches der Cholera) unter steter Desinfection ihrer Ausleerungen mit Eisenvitriol. — Wo die Verhältnisse dies nicht gestatten, sollen die Diarrhöekranken wenigstens von schwerem Dienst befreit, vor Ueberschreitung einer strengen Diät ernstlich gewarnt und sofort mit einer Leibbinde und passenden Medicamenten (besonders kleinen Gaben Opium) versehen werden. Jedem an Diarrhöe Erkrankenden muss es zur Pflicht gemacht werden, sich sofort beim Arzte zu melden und täglich ist eine ärztliche Untersuchung in Betreff neuer an Diarrhöe Erkrankter und des Befindens der schon in Behandlung Stehenden anzustellen.

c) Wenn die Gefahr der Cholera droht, muss jeder Truppentheil in Betreff seiner Ernährung nach der Anweisung Abschn. III behandelt werden. Man warne namentlich die Mannschaft vor dem Genuss vielen Wassers, überhaupt vor vielem Trinken, vor dem Genuss saurer Esswaaren, unreifen Obstes u. dgl. und suche eine mehr trockene Fleischnahrung mit Kaffee und etwas Branntwein durchzuführen.

d) Alle durch die Umstände nicht dringend gebotenen Anstrengungen der Truppen sind zur Cholerazeit zu vermeiden, da durch Erschöpfung sicher die Disposition zur Erkrankung gesteigert wird.

e) Man verheimliche niemals die Existenz der Cholera unter einer Truppe; kommt ein mit der Krankheit behafteter Truppentheil in eine bis dahin freie Stadt, so kündige man diess von der ersten Stunde an, wo möglich schon vor dem Einmarsch öffentlich an, damit augenblicklich die geeigneten prophylactischen Massregeln begonnen werden können.

4. Hat ein Truppentheil die Cholera überstanden, so erlangt er dadurch auf längere Zeit eine gewisse Unempfänglichkeit oder Immunität dafür. Wenn daher eine epidemisch ergriffene Gegend oder Ortschaft zu besetzen oder zu recognosciren ist, und Truppen vorhanden sind, welche dem Einflusse der Krankheit schon einmal ausgesetzt waren, so sollen wo möglich nur solche verwendet werden.

B. Schema für die Beobachtung der Cholera-Epidemieen.

§. 1.

Vor Allem muss der Entstehungsweise der ersten Fälle von Cholera an jedem Orte nachgeforscht werden.

Die Hauptfragen sind hier:

Sind die Erst-Erkrankten kurz (bis 4 Wochen) vor ihrer Erkrankung an einem fremden Orte gewesen, wo die Cholera herrschte?

Sind in das Haus, in dem die ersten Fälle vorkamen, Fremde aus einem Choleraorte gekommen, und zwar a) Cholerakranke, b) Diarrhöeleidende, c) Gesunde, d) Choleraleichen?

Sind Effecten aus einem Choleraorte, besonders beschmutzte Wäsche Cholerakranker, in das Haus gekommen?

Hatten die Erst-Erkrankten Häuser besucht (wenn auch nicht bewohnt), in welchen diese Einführung des Cholerakeims geschehen sein könnte?

Was für Individualitäten waren die Erst-Erkrankten?

Haben starke Gelegenheitsursachen auf sie gewirkt?

Was für eine Pflege haben sie gehabt?

Zeit und Ort der Erkrankung jedes einzelnen der ersten Fälle ist mit besonderer Sorgfalt festzustellen.

§. 2.

Was die Beobachtung der Verbreitung der Epidemie an einem Orte betrifft, so sind vor Allem vom ersten bis zum letzten Falle täglich sämmtliche Erkrankungs- und Todesfälle zu erheben, mit Angabe des Hauses, Stockwerkes, Alters, Geschlechts, Standes (wozu wir das Schema einer einfachen Tabelle für die Todesfälle beilegen). Die Todesfälle sind täglich zu publiciren mit Angabe der Strassen und Hausnummern, die Erkrankungsfälle nicht.

Hierbei ist die Forschung noch immer so weit als thunlich auf die Entstehung der Fälle aus möglichen individuellen oder vermittelten Uebertragungen zu richten; namentlich wo sich reine und unzweifelhafte Beispiele einer Uebertragung der Krankheit unter Ausschluss irgend welcher Vermittlung des Bodens oder der Häuser constatiren lassen, sind diese der grössten Beachtung werth.

Die mögliche Wirkung der Infectionsstoffe in frischem, oder schon verändertem, eingetrocknetem Zustande, an Wäsche, Kleidern etc. ist zu beachten.

Wo immer sich reine und sichere Thatsachen über die Incubationszeit der Krankheit erheben lassen, soll dies geschehen.

Positive und negative Thatsachen über die Verbreitung auf nahegelegene Ortschaften und über die Vermittlung dieser Verbreitung sind zu sammeln, ebenso über die Verbreitung durch die Eisenbahnen.

Specielle Untersuchung erfordern die Fälle, wo nach einer Herbst-Epidemie und Winterpause die Krankheit im Frühjahr an demselben Orte aufs Neue ausbricht.

§. 3.

In Betreff der Hülfsursachen der Epidemie hat sich die Aufmerksamkeit vorzüglich zu richten auf die geologische Beschaffenheit des Bodens des Ortes überhaupt, auf die Lage und die Beschaffenheit des Untergrundes der am stärksten (und nach dem Schlusse der Epidemie auch der am wenigsten) befallenen Häuser (Fels? lockere Gesteinsart? Gerölle? Sand? Lehm? etc.). Die Bodenschichten eines Ortes sind von der Oberfläche bis zur Tiefe des Wasserspiegels in den Brunnen anzugeben. Wo wechselnde Schichten aufeinander folgen, ist ihre durchschnittliche Höhe anzugeben

und namentlich auch zu bemerken, ob die eine oder andere zeitweise zur Bildung von Grund- oder Schichtwasser Veranlassung gibt.

Nächstdem ist auf den Stand des Grundwassers zu achten. Sind bisher an dem Orte keine Untersuchungen hierüber gemacht worden, so ist es immer noch von Interesse, solche während der Epidemie, und zwar an bestehenden Brunnen oder wo diese nicht über oder auf der ersten wasserdichten oder wasserführenden Schichte liegen, wo also der Stand des Wassers in den Brunnen nicht als Maass für das der Oberfläche zunächst gelegene Grundwasser dienen kann, an eigens angelegten Schachten anzustellen, um sie nach Ende der Epidemie mit einem späteren Stande fortlaufend vergleichen zu können. Es sind auch Nachrichten bei Brunnenmeistern und andern zuverlässigen Personen einzuziehen über das, was sie in der letzten Zeit vor der Epidemie in Bezug auf den Stand der Feuchtigkeit im Boden beobachtet haben.

Diejenigen Häuser, welche sich am Schlusse der Epidemie als die am stärksten befallenen gezeigt haben, müssen Gegenstand besonderer Untersuchung sein, welche vorzüglich ins Auge zu fassen hat: ihre hohe oder tiefe Lage, die Bodenschicht auf der sie stehen, die Lage auf muldenförmigem Terrain, die Nähe von stehendem oder fliessendem Wasser, von Anhäufungen verpestender Substanzen, das Baumaterial, den Grad der Feuchtigkeit des Hauses und seiner Höfe, die Beschaffenheit der Aborte, Senkgruben und Schleussen (Abzugskanäle), und die Ausdünstung derselben; die Bewohnerzahl des Hauses, die Ernährungsverhältnisse und den Grad der Wohlhabenheit der Bewohner, die Beschaffenheit ihrer Schlafzimmer, Wohn- und Arbeitslocale.

§. 4.

Durch das Trinkwasser scheinen zuweilen wirklich Verbreitungen der Cholera zu erfolgen, in andern Fällen wird der erste Eindruck, dass solches geschehen sei, durch genauere Untersuchung widerlegt. Es ist also zu beachten, woher die Bewohner der am stärksten befallenen Häuser ihr Trinkwasser bezogen haben, ob nicht aus derselben Quelle auch sehr viele ganz gesund gebliebene dasselbe schöpften, welche Beschaffenheit ein in Betreff der Cholera-Verbreitung verdächtiges Wasser zeigt, ob sich Verunreinigung

desselben im Boden überhaupt, oder insbesondere mit Cholera-Excrementen nachweisen oder wahrscheinlich machen lässt.

§. 5.

Die Constitution der befallenen Individuen ist zu beachten, namentlich auch in Betreff der etwaigen Veränderungen, die sie kurz vor dem Ausbruch der Krankheit erlitten hat. Das Moment des Missbrauchs alcoholischer Getränke ist anzugeben. Furcht, Erkältungen, Diätfehler (welche? Wasser-Reichthum der Organe setzende? die Darmschleimhaut afficirende?), Missbrauch von Medicamenten (welcher?) als Gelegenheitsursachen sind nicht zu übersehen.

Interessant und neuer Beobachtungen bedürftig, ist die Frage, wie weit zur Zeit einer Epidemie die Wirkung des Cholera-Einflusses auch an Gesunden (weder Cholera- noch Diarrhöe-Kranken) sich erkennen lässt, (angebliches Sparsamwerden des Harns, Erscheinen von Wadenkrämpfen und dergleichen), und wie weit solche Erscheinungen durch die veränderte Lebensweise und Diät bedingt sein können.

§. 6.

Witterungsbeobachtungen während einer Epidemie haben nur dann einen Werth, wenn sie mit einer längern vorausgehenden Periode und mit den Beobachtungen an andern Orten vergleichbar sind.

Ob sich die gesammte Krankheitsconstitution vor und während der Epidemie geändert hat, ob namentlich Diarrhöe, Typhus, Wechselfieber der Epidemie vorausgiengen, ob die beiden letzten Krankheiten und ob die Pneumonie neben ihr häufig vorkamen, ist wo immer möglich durch statistische Belege nachzuweisen.

Ob die gegenwärtige Epidemie sich in ihrer Verbreitung gleich oder verschieden gegenüber früheren Epidemieen verhält? ist eine am Schluss der Epidemie zu beantwortende Frage.

§. 7.

In Betreff der Beendigung der Epidemie ist zu untersuchen, welche Umstände überhaupt Einfluss auf diese Beendigung zu haben scheinen? Ob, wann, in welcher Ausdehnung und in welcher Weise Desinfection ausgeführt wurde und welches Resultat

sich dabei zeigte? Ob Haus-zu-Haus-Besuche gemacht wurden und mit welchem Erfolg? Ob die gebräuchlichen Prophylactica Nutzen gebracht haben? Endlich welche Behandlungsweise der Cholera in den Hospitälern eingeschlagen wurde und welches ihr Einfluss auf die Sterblichkeit war, beurtheilt nach einer critisch behandelten Statistik?

Es gibt noch viele auf die Cholera bezügliche Fragen, deren Studium und Lösung von grösster Wichtigkeit ist. Wir haben uns hier darauf beschränkt, zunächst nur das für die Aetiologie und Prophylaxis Nothwendigste und fast überall und leicht Ausführbare zu erwähnen, alles übrige dem Ermessen der Forscher und Praktiker anheimstellend.

Schema

zur Anmeldung der einzelnen Cholera-Todesfälle in einer Ortschaft.

Strasse, Hausnummer, Stockwerk.	Einwohner-zahl des Hauses.	Namen des Gestorbenen.	Alter.	Stand.	Todestag.	Bemerkungen

Schema

für die Zusammenstellung der einzelnen von der Cholera berührten Ortschaften, nach Polizeidistrikten und Regierungsbezirken.

Regierungs-bezirk.	Polizei-distrikt.	Ortschaft.	Einwohner-zahl.	Anfang der Todesfälle.	Ende der Todesfälle.	Zahl der Todesfälle männl.	Zahl der Todesfälle weibl.	Ob epidemisch, Hausepidemie oder sporadisch	Bemerkungen

Untersuchungen über den Stoffverbrauch des normalen Menschen.

Von

Max von Pettenkofer und **Carl Voit.**

Nachdem unsere Studien über die Zersetzungsprocesse in einem fleischfressenden Thiere, einem Hunde, ziemlich weit vorgerückt waren, benützten wir im vergangenen Jahre die sich eben darbietende Gelegenheit diese Vorgänge bei 2 kranken Menschen, bei welchen grosse Aenderungen in dieser Hinsicht zu erwarten waren, bei einem diabetischen und einem leukämischen, eingehend zu untersuchen. Es zeigte sich aber, dass wir zur richtigen Würdigung der erhaltenen Resultate die entsprechenden Werthe bei einem normalen Organismus kennen mussten, wesshalb wir daran gingen, an einem kräftigen gesunden Arbeiter Vergleichsversuche anzustellen. Gleich die ersten derselben ergaben uns so viel Neues und Wichtiges, dass wir den eingeschlagenen Weg alsbald weiter verfolgten; jeder Schritt auf demselben erweiterte unsern Gesichtskreis und obwohl im Anfange jedes Experiment neue Räthsel zu bringen schien, so ordnete sich doch zuletzt alles einer bestimmten Regel unter, und wir glauben jetzt durch die Ergebnisse der 15 Versuche, welche wir hiemit vorlegen, und über die wir[1]) schon einige vorläufige Mittheilungen der hiesigen Akademie der Wissenschaften gemacht haben, der Erklärung der so verwickelten Lebensprocesse wesentlich näher gerückt zu sein.

Es ist bis jetzt noch nicht möglich gewesen, zu gleicher Zeit alle Umsetzungen in einem Menschen zu controliren; man muss zu

---

[1]) Sitzungsberichte der math. phys. Classe der bayer. Akad. d. Wissenschaften 10. Nov. 1866 u. 9. Febr. 1867.

dem Zweck die Bestandtheile der festen, flüssigen und gasförmigen Einnahmen kennen und die der Ausgaben, welche den Körper durch die Nieren, den Darm, die Haut und die Lungen verlassen.

Barral[1]), dessen Bilanz in beinahe allen Lehrbüchern der Physiologie figurirt, hat den Verlust durch Haut und Lungen und die Sauerstoffaufnahme nicht direkt bestimmt und ist namentlich in Beziehung der Kohlenstoff- und Stickstoffausfuhr zu dem absurdesten Resultate gelangt; an denselben Fehlern leiden alle die Beobachtungen über den Haushalt des Menschen, bei denen versucht wurde, aus den Elementen der Einnahmen und der Ausgaben durch Harn und Koth die der Respiration abzuleiten. Aus unseren Mittheilungen wird Jedem ersichtlich werden, dass man aus der Grösse der Zufuhr und den im Harn und Koth befindlichen Stoffen nicht im Entferntesten auf den Umsatz schliessen darf; zwei verschiedene Menschen, welche genau die gleiche Kost geniessen, und im Harn und Koth gleich viel entleeren, können dennoch die verschiedenste Menge von Substanz im Körper zerstören; es ist unmöglich die Ausgaben durch Haut und Lungen aus der Gewichtsdifferenz der Stoffe der Nahrung und derer der festen und flüssigen Exkrete zu bestimmen; es ist absolut nothwendig auch die gasförmigen Ausgaben und namentlich die Einnahme an Sauerstoff aus der Luft zu kennen, wenn man über die Zerstörungen im Körper Rechenschaft geben will. Die Versuche von Scharling[2]), Smith[3]) und Anderen geben uns allerdings Aufschluss über die Menge der von einem Menschen ausgeschiedenen Kohlensäure, aber sie vernachlässigen die übrigen Faktoren, namentlich den Sauerstoff und die Nahrungsbestandtheile ganz. Auch die neueren dahier angestellten Beobachtungen von J. Ranke[4]) schlossen den Kreis nicht völlig, denn es ist damals die Bestimmung des dunstförmig abgegebenen Wassers und des aus der Luft aufgenommenen Sauer-

[1]) Barral, statique chimique des animaux, Paris, 1850.

[2]) Scharling, Annalen der Chem. u. Pharm. 1843. Bd. 45. S. 214.

[3]) Smith, inquir. into the phenom. of respirat.; Proceed. of the roy. soc. T. 9. p. 611; Phil. Transact. for the year 1859, p. 681.

[4]) Ranke, Arch. f. Anat. u. Physiol. 1862. S. 311.

stoffs noch nicht ausführbar gewesen. Im Uebrigen führen uns die Meisten nur ein zufälliges Beispiel der Haushaltsbilanz vor; man meinte früher, die Ernährungsverhältnisse könnten bei ausreichender Kost nicht sehr different sein, denn man kannte den gewaltigen Einfluss der Qualität und Quantität der Nahrung noch nicht hinlänglich; man hatte daher eine von vielen Möglichkeiten herausgegriffen, hatte aber damit natürlich keinen Einblick in die Mannigfaltigkeit der Umsetzungen und den Zusammenhang dieser verwickelten Erscheinungen gewonnen.

Es frägt sich nicht nur, welche Elemente sind in den Körper eingetreten und wieder ausgetreten, sondern auch in welchen Stoffen waren diese Elemente enthalten, wieviel ist eiweissartige Substanz oder Fett oder Kohlehydrat zerstört worden.

Der eine von uns [1]) hat bewiesen, dass der Stickstoff der im Körper zerstörten stickstoffhaltigen Substanzen, so weit als es für unsere Fragen in Betracht kommen kann, im Harn und Koth ausgeschieden wird. Beim Hunde, der Katze, der Taube trifft man in letztern Exkreten bei richtiger Versuchsanordnung und wenn kein Ansatz oder keine Abgabe stickstoffhaltiger Substanzen stattfindet, genau so viel Stickstoff und auch Asche oder Phosphorsäure, als in der Nahrung enthalten war; der Stickstoff der Atmosphäre nimmt keinen Antheil an den Vorgängen der Ernährung, sondern wandert als solcher hin und her. Obwohl früher die Meisten ein bedeutendes Deficit an Stickstoff im Harn und Koth fanden und man demnach allgemein eine Stickstoffausscheidung auf anderen Wegen annahm, musste man sich doch endlich bequemen, diese hartnäckig fest gehaltene Meinung fallen zu lassen. Damit haben die Schlüsse, die man aus den Stickstoffbestimmungen des Harns und Koths ziehen kann, eine ganz andere Tragweite bekommen; man erfährt daraus, wieviel ist stickstoffhaltige Substanz im Körper zersetzt worden. Aber nicht aus jeder Stickstoffanalyse des Harns und Koths ist man berechtigt, diese Folgerung zu machen; man hat jetzt wahrhaftig deutlich genug gesehen, welche enormen Fehler man in dieser Richtung begehen kann, wenn man unrichtige Me-

[1]) Voit, diese Zeitschrift 1866. S. 6.

thoden anwendet; man wird daher von nun an mit vollem Rechte den Nachweis verlangen, ob der Experimentator auch im Stande ist, allen ausgeschiedenen Stickstoff abzufangen, und man wird zugleich eine genaue Controle der Stickstoffzufuhr fordern, nachdem wir jetzt wissen, dass kein Moment von so grossem Einfluss auf die Umsetzung ist, als die Grösse der letzteren. Darum halten wir alle früheren Versuche am Menschen, durch die man die Wirkung irgend eines Agens auf die Zersetzung stickstoffhaltiger Materien darthun wollte, und bei denen diesen Anforderungen nicht Genüge geleistet worden ist, für nicht beweisend.

Kann man denn aber, wird man fragen, auch für den Menschen darthun, dass aller Stickstoff der zersetzten stickstoffhaltigen Substanzen den Körper im Harn und Koth verlässt, soll wirklich das sonst beobachtete Deficit von 50 % auf einer groben Täuschung beruhen? J. Ranke[1]) hat zuerst die richtigen Grundsätze bei solchen Untersuchungen auf den Menschen übertragen und jedenfalls so viel bewiesen, dass es keinen grösseren Irrthum giebt, als den von Barral und Andern, welche die Hälfte des Stickstoffs der Nahrung (bis zu 17 Grmm. im Tag) gasförmig durch Haut und Lungen austreten lassen; er hat aus Harn und Koth eher zu viel als zu wenig Stickstoff gewonnen, denn er erhielt daraus etwa 4% mehr, als in der Nahrung zugeführt worden war.

Wir haben zwei gesunden Männern mehrere Male eine Kost dargereicht, die nach den gewöhnlichen Erfahrungen hinreichend zur Erhaltung ist und folgende Werthe gewonnen:

Mann.	Stickstoff in der Kost.	Stickstoff in Harn und Koth.	Differenz in %.
Nro. I.	19.47	19.47	0
„	19.47	19.03	— 2.3
„	19.47	18.98	— 2.5
„	19.52	19.98	+ 2.3
„	19.49	19.53	+ 0.2
Nro. II.	19.52	20.15	+ 3.2

[1]) Ranke, a. a. O.

Wir sind also wohl berechtigt, den von den Zersetzungen stickstoffhaltiger Körper- und Nahrungsbestandtheile herrührenden Stickstoff im Harn und Koth auch beim Menschen zu suchen. Der neue Respirationsapparat setzt dies voraus und er ist darauf gegründet, denn er vernachlässigt das von der atmosphärischen Luft eintretende Stickgas und den gasförmig austretenden Stickstoff als nicht an den Ernährungsvorgängen betheiligt vollkommen.

Man kann aber aus der Stickstoffmenge des Harns und Koths nicht allein entnehmen, wieviel Stickstoff aus stickstoffhaltiger Substanz für den Körper unverwerthbar geworden ist, sondern man kann auch daraus, da dieser Stickstoff ursprünglich zum weitaus grössten Theile in eiweissartiger Substanz enthalten war, den Verbrauch an eiweissartiger Substanz oder von Fleisch berechnen. Mit dem Worte Fleisch soll, wie der eine von uns[1]) auseinander setzte, eine Masse von mittlerer Zusammensetzung, wie sie den Muskeln, anderen Organen des Körpers, dem Blute, dem trockenen Albumin etc. entspricht, bezeichnet werden; denn es wird in der That etwas von dieser Zusammensetzung, von diesem Kohlenstoff-, Wasserstoff-, Stickstoff-, Sauerstoff- und Aschegehalt im Körper zerstört und die dargereichte eiweisshaltige Nahrung, namentlich das Muskelfleisch enthält jene Elemente in derselben Menge. Wenn wir also sagen, es sind 100 Grmm. Fleisch zersetzt worden, so heisst dies zunächst, es sind 3.4 Grmm. Stickstoff in den Exkreten erschienen, die im Körper noch mit so viel Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Salzen und Wasser, als in 100 Grmm. Fleisch enthalten sind, verbunden waren; ebenso ist es mit dem Ansatz von Fleisch; ob auch das Wasser, oder der Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und die Salze davon mit dem Stickstoff entfernt worden sind, entscheidet die Analyse von Harn, Koth und Perspiration. Wir beide[2]) haben bei einem Hunde, den wir längere Zeit mit grösseren Mengen reinen Fleisches gefüttert hatten, alle Elemente der Nahrung, so genau als es bei so complicirten Untersuchungen nur denkbar ist, in den Exkreten wieder erscheinen

[1]) Voit, diese Zeitschrift 1866. Bd. 2. S. 232.

[2]) Pettenkofer und Voit, Annalen der Chemie und Pharmacie 1862. 2. Suppl. Bd. S. 361.

schen, es ist also in der That nur Fleisch verbrannt worden und nichts Anderes. Es findet sich ferner nach den Beobachtungen des einen von uns[1]) bei Abgabe oder Ansatz von Stickstoff auch immer eine solche von Aschebestandtheilen und zwar in demselben Verhältniss, wie es im Fleische gegeben ist. Es werden endlich die jetzigen Versuche am Menschen zeigen, dass beim Hunger im Körper Substanzen von der Zusammensetzung des Fleisches und des Fettes zerstört werden.

Wenn wir die Aenderung des Körpergewichts in einem gewissen Zeitraume, die Menge, die Bestandtheile und die Elemente der Einnahme, die Menge und die Bestandtheile des für dieselbe Zeit treffenden Harns und Koths und endlich die gasförmige Ausgabe durch Haut und Lunge unter den verschiedensten Verhältnissen genau kennen, vermögen wir einen Einblick in die Zersetzungsvorgänge im menschlichen Organismus zu thun und zu entscheiden, welche Stoffe im Körper zersetzt worden sein müssen, um die betreffenden Zersetzungsprodukte zu liefern. Durch Bestrebungen der Art werden einstens die Gesetze der Zersetzungen im Thierleibe festgestellt werden; man wird angeben können, unter welchen Umständen ein gewisser Zustand im Körper, der diesen für gewisse Leistungen befähigt, erhalten wird, wann Ansatz (Wachsthum und Mästung) oder Abgabe eintritt, unter welchen Bedingungen die Zerstörung von Substanz im Organismus, die ganz andere sind, als wir sie ausserhalb finden, stattfindet und wodurch diese Bedingungen bei Krankheiten sich zu ändern vermögen, und die normalen sich wieder herstellen lassen; endlich wird man auch aus dem Zerfall in einfachere Verbindungen sämmtliche Wirkungen am Thierorganismus, die Erscheinungen der Wärme und mechanischen Leistung und ihr gegenseitiges Verhalten zu einander ableiten können. Alle diese für die Physiologie, die Medicin und die Volkswirthschaft in so hohem Grade wichtigen Aufgaben lassen sich nicht lösen ohne unermüdliche Ausdauer und nicht ohne beträchtliche Mittel. Wir würden undankbar sein, würden wir an dieser Stelle nicht den Gefühlen der Pietät Ausdruck geben, indem wir daran erinnern,

[1]) Voit, diese Zeitschrift 1866. Bd. 2. S. 240.

dass unser unvergesslicher König Max II. es war, welcher mit fürstlicher Munificenz aus seiner Privatkasse die Summe von 8000 Gulden schenkte, um den Respirationsapparat dahier in's Leben zu rufen. Die Entdeckungen, die bereits damit gemacht worden sind, und deren eine viel grössere Zahl gewiss noch zu erwarten ist, dürften für Jedermann beweisend sein, dass der königliche Geber der Wissenschaft nicht nur ein grosses, sondern auch ein nützliches Geschenk gemacht hat.

Methode und Zusammenstellung der einzelnen Versuche.

Um die Uebersicht bei unseren späteren Betrachtungen nicht zu erschweren, vereinigen wir in diesem Abschnitte dasjenige, was über die Methode, welche bei Anstellung unserer Versuche befolgt worden ist, angegeben werden muss und die Zahlen, welche zum nähern Verständniss der Resultate absolut erforderlich sind. Wir geben nur das Nothwendigste, um den Leser in den Stand zu setzen, unsere Berechnungen zu controliren, aber nicht alle Einzelnheiten der Analyse, da dadurch das Volumen dieser Abhandlung ungebührlich angeschwollen wäre.

Die Versuchsanordnung ist im Allgemeinen die nämliche, welche von dem einen von uns [1]) früher ausführlich beschrieben worden ist. Es soll hier nur das hinzugefügt werden, was bei der Anwendung auf den Menschen eine Aenderung erlitt oder neu hinzukam.

Zur Bestimmung des Körpergewichts wurde eine trefflich gearbeitete Dezimalwaage benutzt, die bei der Belastung durch den Menschen noch Differenzen von 5 Grmm. schätzen lässt.

Sehr grosse Schwierigkeiten macht bei Ernährungsversuchen am Menschen die Herstellung einer der Zusammensetzung nach bekannten Nahrung. Es musste aber alles aufgeboten werden, um aus einfachen chemisch bestimmbaren Nahrungsstoffen die Nahrung nach Bedarf zu bereiten; denn ohne die genaue Kenntniss der

---

[1]) Voit, diese Zeitschrift Bd. I. 1865.

Elemente der Einnahme ist es unmöglich, die Vorgänge im Körper, auf welche die Qualität und Quantität der Zufuhr einen so grossen Einfluss haben, richtig zu beurtheilen. Alle bis jetzt am Menschen vorliegenden Versuche in dieser Richtung sind bis auf die dahier angestellten von Ranke unbrauchbar, weil früher auf diesen Punkt keine Rücksicht genommen wurde. Da wird angegeben, es sei Suppe, oder Braten, oder Gemüse genossen worden und zur Ausschmückung vielleicht noch zugefügt, wieviel das Gemische gewogen habe, aber man erfährt nicht, was darin enthalten war. Es ist, wie uns vielfache Versuche ergeben haben, unmöglich, aus einer fertigen Speise die einzelnen darin enthaltenen Stoffe oder die Elemente zu bestimmen; ein Stück gekochtes Fleisch hat an verschiedenen Partien einen ganz verschiedenen Wassergehalt und eine ganz verschiedene Zusammensetzung; man ist allerdings im Stande, die Elementaranalyse eines kleinen Theils einer Suppe oder eines Gemüses zu machen, aber die einzelnen Bestandtheile darin kann man nicht mehr herausfinden. Und wenn die Speisen auch durchweg gleichmässig gemischt wären, so wäre es doch so mühsam, täglich eine Menge Elementaranalysen auszuführen, dass man ohne eine grössere Anzahl Hülfsarbeiter die Aufgabe nicht bewältigen könnte.

Man muss sich daher die Nahrung aus möglichst reinen Nahrungsstoffen, deren Zusammensetzung man kennt, mischen. Es wurde von uns verwendet: das Fleisch nicht gemästeter Kühe, welches mit der Scheere von Fett, Sehnen etc. so rein als möglich präparirt worden war, die Milch einer stets auf gleiche Weise gefütterten Kuh, ein Tag altes von der Rinde befreites Roggenbrod, das Eiweiss von Hühnereiern, reine Butter, Schmalz (ausgelassene Butter), Kartoffelstärke, Rohrzucker, amerikanisches Fleischextrakt, Kochsalz, Bier und Brunnenwasser.

Nachdem die bestimmte Menge des rein ausgeschnittenen Fleisches abgewogen ist, werden die dünnen Schnitte mit einer ebenfalls genau gekannten Menge Schmalz und Salz in einer kleinen Pfanne gebraten, nach dem Braten sorgfältig aus der Pfanne entfernt und wieder abgewogen; der Verlust wird als Wasser in Rechnung gezogen. Das Eiweiss der Eier wird gleichfalls mit einer

gewissen Menge Schmalz und Salz in der Pfanne gebacken. Aus der Stärke bereitet man mit etwas Wasser, Zucker und Schmalz kleine ganz schmackhafte Kuchen; aus dem Gewicht des Kuchens und dem der dazu verwendeten Stärke, des Zuckers und Schmalzes kann man die Menge des darin enthaltenen Wassers berechnen. Die Butter wird auf's Brod gestrichen genossen; das Fleischextrakt mit einer bekannten Wasser- und Salz-Quantität zu einer Suppe angerichtet.

Die Zubereitung dieser Mahlzeit ist äusserst mühselig; ein Mann hat den ganzen Tag über zu thun, um die Nahrungsstoffe zu sortiren, alles zu wiegen, beim Kochen die Aufsicht zu führen und das Fertige zurückzuwiegen. Die Sache erfordert, weil sie im höchsten Grade langweilig ist, eine um so grössere Aufmerksamkeit; denn jede Irrung würde den ganzen Versuch unbrauchbar machen. Dass die Herstellung einer vollkommen gleichen Kost möglich ist, zeigt die Gleichmässigkeit der Exkrete; bei derselben mittleren Kost bestimmten wir zu verschiedenen Zeiten im Athem und im Harn bei demselben Manne:

Kohlensäure in Grmm.	Harnstoff in Grmm.
912	37.2
943	35.4
930	37.2
—	36.3
—	37.3

Eine solche Uebereinstimmung wäre unmöglich, wenn die Nahrung nicht genau die gleiche wäre. Man ersieht aber auch daraus, dass die Zersetzungen im Körper nicht so ungleichmässig verlaufen und nicht von unbekannten Ursachen influirt werden, wie diejenigen gerne glauben machen wollen, welche mit unbekannten Ursachen ihre in sich fehlerhaften Versuche bemänteln möchten.

Die prozentige Zusammensetzung der einzelnen Nahrungsbestandtheile, wie sie zur Berechnung von uns angenommen worden ist, stellen wir in folgender Tabelle zusammen:

Nahrungsmittel.	Feste Theile.	Wasser	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Stickstoff.	Sauerstoff.	Asche.
Reines Fleisch . . .	24.10[1])	75.90	12.52[2])	1.73	3.40[3])	5.15	1.80[4])
Eiereiweiss	13.32[5])	86.68	7.13	0.96	1.93[6])	2.89	0.41
Brod	53.65[7])	46.35	24.37[8])	3.46	1.28[9])	22.33	2.21
Milch	12.92[10])	87.08	7.05	1.11	0.63	3.40	0.73
Butter	92.95[11])	7.05	73.43	10.23	0.11	9.30	—
Schmalz (Fett) . . .	—	—	76.50[12])	11.90	11.60	—	—
Stärke	84.21[13])	15.79	37.42	5.21	—	41.58	—
Rohrzucker	—	—	42.10	6.43	—	51.46	—
Fleischextrakt. . . .	68.22[14])	31.78	19.50	3.90	9.47	16.16	19.19
1000 Grmm. Bier . .	62.21[15])	937.79	24.93	4.20	0.65	29.81	2.66
Kochsalz	98.19[16])	1.81	—	—	—	—	98.19
1000 Grmm. Trinkwasser	0.40	999.60	—	—	—	—	0.40

Man kann die zusammengesetzten dieser Nahrungsmittel auf einfache Nahrungsstoffe leicht reduziren; 100 Grmm. frisches Brod sind entsprechend 37.7 Grmm. frischem Fleisch und 44.2 Grmm. Stärke; 100 Grmm. feuchte Milch entsprechen 18.5 Grmm. frischem Fleisch, 4.2 Grmm. Milchzucker und 3.9 Grmm. Fett; 1000 Grmm. Bier enthalten dem Stickstoffgehalt nach 19.1 Grmm. Fleisch, dann 3.5 Grmm. Alcohol und 51.7 Grmm. Dextrin; in 100 Grmm. Butter befinden sich noch 0.9 % Casein.

Damit man sicher ist, dass die Nahrung ihre Wirkungen im Körper ausgeübt hat und im Darm nichts oder nur wenig Absorbirbares mehr enthalten ist, wird die letzte Speise 12 Stunden vor Anfang des Versuchs eingenommen und ebenso während des Versuchstages 12 Stunden vor Beendigung desselben. Jeder Versuch dauert somit 24 Stunden.

Es handelt sich nun um die Bestimmung der Ausgaben des Körpers.

Die Auffangung des Harns, die beim Hunde so grosse Schwie-

1) Voit, phys. chem. Unters. S. 16 u. 17; d. Zeitschr. 1865. S. 96. 2) Liebig, Thierchemie 1842. S. 324. 3) Voit, phys. chem. Unters. S. 17. 4) Voit, diese Zeitschrift 1865. S. 100. 5) Lehmann, Zoochemie. S. 285. 6) Voit, neue Analyse. 7) Voit, bei Bischoff und Voit S. 298 und diese Zeitschrift 1865. S. 104. 8) Liebig, Thierchemie. S. 289. 9) Voit, bei Bischoff und Voit. S. 300. 10) Voit, Einfluss des Kochsalzes. S. 71. 11) J. Ranke, Archiv für Anat. u. Physiol. 1862. S. 371. 12) Nach brieflichen Mittheilungen von Henneberg. 13) Voit, d. Zeitschr. 1865. S. 102. 14) Voit, neue Analyse. 15) Nach F. Feichtinger. 16) Voit, neue Analyse.

rigkeiten macht, ist beim Menschen natürlich sehr leicht; es muss nur darauf gesehen werden, dass vor Beginn und Beendigung des Versuchs die Blase möglichst entleert wird.

Ueber die Bestimmung der einzelnen Bestandtheile des Harns ist wenig zu sagen.

Der Stickstoffgehalt desselben wird wie im Hundeharn durch die Liebig'sche Titrirmethode für Harnstoff ermittelt, um die tägliche Elementaranalyse zu ersparen. Es ist schon zur Genüge gezeigt worden, dass das salpetersaure Quecksilberoxyd auch mit anderen stickstoffhaltigen Bestandtheilen des Harns Verbindungen eingeht. Beim menschlichen Harn musste aber, seiner grössern Kochsalzmenge wegen, das Chlor vor der Titrirung mit einer Lösung von salpetersaurem Silber ausgefällt werden; auf diese Weise wurde zugleich auch der Kochsalzgehalt bestimmt, da der Gehalt der Lösung an salpetersaurem Silber bekannt war.

Es ist in dem Harn des von uns zu den Versuchen benützten Mannes 17 Mal die direkte Bestimmung des Stickstoffs nach der früher angegebenen Methode[1]) zugleich mit der Harnstofftitrirung gemacht worden. Es wurden etwa 5 Grmm. Harn verbrannt und daraus auf die Harnmenge von 12 Stunden gerechnet.

Datum.				Harnmenge in Grmm.	Stickstoff im Tag aus dem Harnstoff gerechnet.	Stickstoff im Tag durch die Elementar-Analyse.
31.	7.	1866.	Tag	846	10.03	10.12
31.	7.	"	Nacht	497	7.33	7.24
3.	8.	"	Tag	726	9.38	9.41
3.	8.	"	Nacht	451	7.56	7.85
11.	12.	"	Tag	855	7.42	6.97
22.	12.	"	Tag	477	5.55	5.91
22.	12.	"	Nacht	315	6.11	6.35
27.	12.	"	Tag	723	8.96	8.22
27.	12.	"	Nacht	644	8.40	8.52
29.	12.	"	Tag	653	8.82	8.49
29.	12.	"	Nacht	608	8.59	8.39
2.	1.	1867.	Tag	822	10.83	10.50
2.	1.	"	Nacht	1160	15.21	15.50
4.	1.	"	Tag	860	14.61	14.90
4.	1.	"	Nacht	1464	17.92	17.40
7.	1.	"	Tag	554	7.70	7.48
7.	1.	"	Nacht	331	5.23	5.13

[1]) Voit, diese Zeitschrift 1865. S. 115.

Der Fehler ist meist verschwindend klein, und er fällt für die directe Bestimmung manchmal grösser, manchmal kleiner aus; es ist daher unrichtig, wenn man den Stickstoffgehalt der im Harn enthaltenen Harnsäure zu dem des Harnstoffs hinzu addirt. Die mittlere direct gefundene Stickstoffmenge (auf 700 Grmm. Harn) beträgt 9.31 Grmm., die aus dem Harnstoff berechnete 9.40 Grmm., der Fehler also 1 $^0/_0$. Man ist vollkommen berechtigt, aus dem durch die Liebig'sche Titrirmethode bestimmten Harnstoff auch beim Menschenharn den Stickstoffgehalt desselben zu berechnen.

Der Gehalt an festen Bestandtheilen und Wasser im Harn wurde erhalten, indem ungefähr 5 Grmm. in einem mit ausgeglühtem Quarzsand angefüllten Porzellanschälchen gewogen und bei 100^0 so lange getrocknet wurden, bis kein Gewichtsverlust mehr stattfand. Das Quarzpulver ist dafür sehr günstig, indem es die Oberfläche vergrössert und das Zusammenbacken des Harnrückstandes verhindert.

Die Aschebestimmung im Harn geschah meist so, dass man den Harn verkohlte und das Gewicht der Kohle nahm; dann erschöpfte man durch verdünnte heisse Salzsäure die Kohle und wog dieselbe zurück; es stellte sich heraus, dass die rückständige Kohle keine nennenswerthe Menge von Aschebestandtheilen mehr enthielt. In einigen Fällen wurde auch der verkohlte Harn mit Wasser ausgezogen und dann der Kohlerest im Tiegel völlig verbrannt und die wässerige Lösung zur Asche gegeben, und beide zur Trockne gebracht.

Die Harnsäurebestimmung geschah durch Fällen mit Salzsäure, Filtriren und Auswaschen mit Alcohol. Die Schwefelsäure titrirten wir mit einer Lösung von Chlorbaryum, die Phosphorsäure mit einer Lösung von salpetersaurem Uranoxyd nach bekannten Regeln.

Auch der Kohlenstoff- und Wasserstoffgehalt des Harns musste in einer Anzahl von Fällen eruirt werden, da es nicht möglich ist, denselben aus der Harnstoffmenge zu berechnen, denn der Harn des Menschen enthält wie der des Hundes[1]) neben dem Harnstoff noch Stoffe, welche auf dieselbe Menge Stickstoff mehr Kohlenstoff enthalten als ersterer. Es wurden folgende nicht uninteressante Zahlen erhalten[2]):

[1]) Voit, diese Zeitschrift 1865. S. 141.

[2]) Die Kohlenstoff- und Wasserstoffbestimmungen wurden von Herrn August Wagner ausgeführt.

	durch Verbrennung	im Harnstoff.	Differenz.	% Zusammensetzung des Harns nach Abzug der Asche.
1) 31. Juli, mittlere Kost, 24 Stunden:				
Kohlenstoff . .	12.60	7.44	5.16	27.1
Wasserstoff . .	2.75	2.48	0.27	5.9
Sauerstoff . . .	13.68	9.92	3.76	29.5
Stickstoff . . .	17.36	17.36	—	37.5
Asche	18.12	—	18.12	—
	64.51	37.20	27.31	100.0
2) 3. August, mittlere Kost, 24 Stunden:				
Kohlenstoff . .	12.40	7.26	5.14	27.2
Wasserstoff . .	2.65	2.42	0.23	5.8
Sauerstoff . . .	13.32	9.68	3.64	29.2
Stickstoff . . .	17.26	16.94	0.32	37.8
Asche	21.17	—	21.17	—
	66.80	36.30	30.50	100.0
3) 22. Dezember, Hunger, Tag:				
Kohlenstoff . .	4.55	2.38	2.17	29.1
Wasserstoff . .	0.91	0.79	0.11	5.8
Sauerstoff . . .	4.29	3.18	1.11	27.4
Stickstoff . . .	5.91	5.55	0.36	37.7
Asche	9.65	—	—	—
	25.31	11.90	13.41	100.0
4) 22. Dezember, Hunger, Nacht:				
Kohlenstoff . .	4.75	2.62	2.13	29.2
Wasserstoff . .	0.95	0.87	0.08	5.8
Sauerstoff . . .	4.18	3.50	0.68	25.8
Stickstoff . . .	6.35	6.11	0.24	39.2
Asche	4.75	—	4.75	—
	20.98	13.10	7.88	100.0

Darnach sind im Menschenharn ausser dem Harnstoff noch an Kohlenstoff reiche Verbindungen enthalten, die nahezu so viel Kohlenstoff ausführen als der Harnstoff und mit dem Harnstoff gleichmässig zu- und abnehmen; dieselben enthalten bei mittlerer Kost 5 Grmm. Kohlenstoff im Tag. In 100 Theilen Harnstoff und in 100 Theilen Harn bei mittlerer Kost finden sich:

	Harnstoff	Harn
Kohlenstoff .	20.0	27.2
Wasserstoff .	6.6	5.8
Sauerstoff . .	26.7	29.3
Stickstoff . .	46.7	37.7
	100.0	100.0

Das Verhältniss des Kohlenstoffs zum Stickstoff ist wie 1 : 1.35.

Die Elementarzusammensetzung des Harns des Menschen ist also ganz ähnlich, wie sie bei Hunden beobachtet worden ist.[1])

Der auf einen bestimmten Tag treffende Koth kann leicht abgegrenzt werden, wenn sich der Mensch gewöhnt, denselben täglich zu einer bestimmten Stunde Vormittags zu entleeren. Es wird dann immer der Koth gewonnen, welcher durch die Nahrung oder Ausscheidung des vorhergehenden Tages gebildet worden ist. Während der Koth des Hundes immer nur einen kleinen Bruchtheil der durch den Harn entfernten Bestandtheile ausmacht, ist dies beim Menschen nicht der Fall; durch den Koth werden bei letzterm soviel Kohlenstoff und Wasserstoff ausgeschieden wie durch den Harn.

Die Bestimmung der den Körper in gasförmigem Zustande verlassenden Stoffe und die des von der umgebenden Luft aufgenommenen Sauerstoffs geschieht auf die schon bekannte Weise mit dem grossen Respirationsapparate.

Die grossen Saugcylinder ventiliren bereits einige Zeit vor Beginn des Versuchs die Kammer. Nach der Entleerung von Harn und Koth und der Bestimmung des Körpergewichts tritt der zu den Versuchen dienende Mensch in die Kammer des Apparates ein; in demselben Momente wird die grosse Gasuhr abgelesen und die Untersuchungspumpen in Gang gesetzt. Man kann mit dem im Apparat wohnenden Menschen durch ein doppeltes Fenster communiciren, ihm Speise zukommen lassen, die Harngläser etc. aus der Kammer entfernen, ohne dass der Luftstrom gestört wird oder etwas von Innen nach Aussen dringen kann. Es hatte sich als nöthig herausgestellt, die 24stündige Untersuchung in 2 Hälften zu scheiden, was der Respirationsapparat in seiner gegenwärtigen vollendeten Einrichtung mit 4 Untersuchungspumpen leicht gestattet; im Anfange des Versuchs arbeiten nämlich alle 4 Pumpen und es kommen dadurch 2 Proben der in den Apparat einströmenden und 2 Proben der daraus abströmenden Luft zur Untersuchung. Nachdem Abends die erste Hälfte der Zeit verstrichen ist, werden 2 Pumpen ausgeschaltet, der Stand der grossen Gasuhr notirt und das Versuchsobjekt nach völliger Entleerung der Harnblase gewogen; die beiden anderen Pumpen arbeiten die Nacht durch bis zu Ende

[1]) Voit, diese Zeitschrift 1865. S. 147.

des Versuchs fort. Das Resultat der Untersuchung von Morgens bis Abends (der Zeit des Tages) vom Gesammtresultate der 24 Stunden abgezogen, musste die Ausgabe und Einnahme während der übrigen 12 Stunden (der Zeit der Nacht) erkennen lassen. Zur Bestimmung des Körpergewichts am Abende haben wir anfangs die Decimalwaage in die Kammer gestellt und den Mann sich selbst wiegen lassen; wir sind aber später davon zurückgekommen, da die hölzernen Theile der Waage Wasser anziehen oder abgeben können und die Selbstwiegung schwierig und nicht zuverlässig ist. Wir zogen es daher vor, zu der betreffenden Zeit den Menschen aus der Kammer treten zu lassen und ausserhalb zu wiegen; der ganze Akt, während dessen die Ventilation im Apparate fortging, dauerte nur sehr kurze Zeit, so dass der Apparat in 3 Minuten wieder betreten wurde.

Das Volumen des in der grossen Gasuhr gemessenen Gesammtluftstroms muss auf die Temperatur und die derselben entsprechende Feuchtigkeit der kleinen Gasuhren gebracht werden, welche die untersuchte Luftprobe anzeigen; dies geschieht auf die schon angegebene Weise.[1] Die kleinen Gasuhren sind vorher genau geaicht und die direkten Ablesungen werden darnach corrigirt. Die nach dem Versuche in der Kammer rückständigen Athemgase werden, wie früher mitgetheilt wurde[2]), in Berechnung gebracht.

Wir theilen in Folgendem das ganze Protokoll eines Versuches mit, um dem Leser einen genauen Einblick in den Gang der Arbeit zu gestatten; von den übrigen sind nicht alle einzelnen Zahlen, sondern nur das angegeben, was nöthig ist, um die Endresultate allenfalls controliren zu können. Wir wählen dazu den Versuch vom 3.—4. August 1866, da bei ihm eine doppelte Bestimmung der Kohlensäure während der Nacht gemacht worden ist, welche zeigen wird, wie genau unser Apparat arbeitet.

Das Bettzeug gibt je nach seinem Feuchtigkeitszustande und dem der umgebenden Luft Wasser ab oder nimmt Wasser auf; es muss dasselbe daher vor und nach dem Versuche gewogen werden; es wurde meist erst Abends, wenn der Mann zum Wiegen aus der Kammer trat, hineingebracht. Eine Zunahme des Bettes musste

[1]) Pettenkofer, Annal. der Chem. u. Pharm. II. Suppl. Bd. S. 37.
[2]) Pettenkofer a. a. O. S. 39.

als Plus zur Wasserabgabe berechnet werden, eine Abnahme als Minus. Ebenso änderten auch die Bücher, in denen das Versuchsobjekt zur Vertreibung der Langeweile las, ihr Gewicht, was auf ähnliche Weise in Rechnung gebracht wurde. Der Mann wurde alle Male mit den Kleidern, die immer die gleichen waren, gewogen; dieselben konnten allerdings in ihrem Wassergehalte ebenfalls Schwankungen zeigen, es wird aber dadurch nur das Resultat der Wasserbestimmung etwas geändert, jedoch nicht das der Bestimmung des Sauerstoffs, um das es uns bei der Wasserbestimmung hauptsächlich zu thun ist, da die Aufnahme oder Abgabe von Wasser durch die Kleider mit dem Körpergewicht in Rechnung kommt.

Protokoll des Versuchs Nro. 8.

Stand der grossen Gasuhr	Anfang des Versuchs	2169200	englische Cubikfuss
" " " "	Mitte " "	2175181	" "
" " " "	Ende " "	2181311	" "

	Tag.	Tag. u. Nacht.
Durch die grosse Gasuhr geströmte Luftmenge in engl. Cubikfussen	5981.0	12111.0
Correction für Temperatur	46.0	96.9
Correction für Wasserdunst	19.3	42.7
	6046.3	12250.6
in Litern ausgedrückt	171110	346692

Temperatur der Gasuhren nach Celsius.

Zeit der Beobachtung.	kleine Gasuhr.	grosse Gasuhr.
6 Uhr	19.2	18.3
8 "	19.2	18.2
10 "	22.3	19.2
12 "	23.4	19.8
2 "	22.2	20.0
4 "	21.9	19.8
Mittel.	21.3	19.2
6 "	23.4	20.4
8 "	22.4	20.4
10 "	22.8	20.4
12 "	22.8	20.4
2 "	22.4	20.4
4 "	22.4	20.4
Gesammt-Mittel.	22.0	19.8

	Untersuchte Luftmenge in Liter		Kohlensäure-Bestimmung: Barytwasser			Kohlensäure-Bestimmung: Kohlensäure				Wasser-Bestimmung: Gewicht der SO_3-Apparate vor und nach dem Versuch		Gehalt und Differenz in 1000 Litern in Grmm.		in der gesammten Luft.
	abgelesen.	corrigirt.	Volum in C.-C.	C. C. $\overline{0}$ für 30[cc] Barytwasser vor dem Versuch	C. C. $\overline{0}$ für 30[cc] Barytwasser nach dem Versuch	in der untersuchten Luft in Mill. Gr.	Gehalt u. Differenz in 1000 Litern in Grmm. im Strom.	Gehalt u. Differenz in 1000 Litern in Grmm. im Rückstand.	in der gesammten Luft.	1.	2.	im Strom.	im Rückstand.	
Aeussere Luft Tag.	60.5	60.3	90 90	90.2 30.1	77.0 29.9	39.6 0.6 40.2	0.6666	—	—	46.0365 45.3560 0.6805 0.6835	57.3665 57.3635 0.0030	11.3350	—	—
Aeussere Luft Tag und Nacht.	116.3	116.8	90 90	90.2 30.1	61.3 29.9	86.7 0.6 87.3	0.7474	—	—	58.0140 56.7295 1.2845 1.2945	55.6220 55.6120 0.0100	11.0830	—	—
Innere Luft Tag.	63.35	64.36	225 90	90.2 30.1	43.3 29.9	351.7 0.6 352.3	5.4739 0.6666 4.8073	5.1700	822.6 + 62.0 884.6	59.1475 58.0550 1.0925 1.0950	56.0380 56.0355 0.0025	17.2849 11.3350 5.9499	6.4000	1018.0 76.8 1094.8
Innere Luft Tag und Nacht.	122.9	126.1	225 90	90.2 30.1	17.9 29.1	542.2 3.0 545.2	4.3235 0.7474 3.5761	3.7000	1239.8 + 44.4 1284.2	58.6035 56.5725 2.0310 2.0360	53.8145 53.8095 0.0050	16.1459 11.0830 5.0629	5.6000	1755.3 67.2 1822.5
Innere Luft Nacht.	58.95	59.84	225 90	90.2 30.1	64.3 30.0	194.2 0.3 194.5	3.2525 0.8282 2.4243	—	425.7 — 18.0 407.7	—	—	—	—	—

Daraus erhält man nun:

	Tag.	Nacht.	24 Stunden.
Kohlensäure	884.6	{399.6 {407.7	1284.2
Wasser	1094.8	947.7	1822.5 + 220.0 im Bett
			2042.5

Die Bestimmung des vom Menschen aus der Luft aufgenommenen Sauerstoffs ruht auf der Ermittlung sämmtlicher beim Stoffwechsel betheiligter Gewichtsverhältnisse mit Ausnahme des Sauerstoffs selbst, welcher sich ebenso wie bei der organischen Elementaranalyse aus dem Verluste ergibt und durch Ermittlung des Körpergewichts vor und nach dem Versuche und des Gewichtes der Nahrung und des Getränkes, dann der Ausscheidungen durch Darm und Nieren, sowie durch Haut und Lunge gefunden wird. Auf die Sauerstoffzahl fallen mithin alle Fehler, welche bei den einzelnen Wägungen und Bestimmungen gemacht werden. Wir wollen daher zunächst darüber Aufschluss geben, wie viel dieser Fehler überhaupt und höchstens betragen kann.

Die Brückenwaage, auf welcher der Mensch vor und nach dem Versuche gewogen wird, gestattet, wie schon mitgetheilt, eine Ablesung bis zu 5 Grmm.; der Fehler kann somit, wenn er beide Male auf die gleiche Seite fällt, 10 Grmm. betragen. Die flüssige und feste Nahrung, sowie Harn und Koth werden auf einer Gleichwaage gewogen, die bis auf 0,1 Grmm. sichere Angaben macht, was also bei 10 Wägungen erst einen Fehler von 1 Grmm. ausmacht, den man der Grösse gegenüber, um die es sich handelt, vernachlässigen kann.

Wir haben nun noch die Fehler in Rechnung zu ziehen, welche man bei Bestimmung der gasförmigen Ausgaben des Körpers mit dem Respirationsapparate machen kann. Die Kohlensäure kommt bekanntlich sehr genau und ist der Fehler nach dem Ergebniss der Controlversuche mit Kerzen nicht höher als 10 Grmm. in 24 Stunden anzunehmen. Das Wasser erhält man nach Ausweis der

Controlversuche bei einer Ventilation von 300000 Litern in 24 Stunden bis auf etwa 30 Grmm. sicher. Die Ausscheidungen von Wasserstoff und Grubengas sind beim Gesunden höchst unbedeutend, ihr Gewicht beträgt in der Regel nicht 10 Grmm., und man begeht somit, selbst wenn man sie vernachlässiget, nur einen solchen Gewichtsfehler. Nebst dem Körpergewicht muss auch als grosser hygroskopischer Körper das im Apparate befindliche Bett vor und nach dem Versuche gewogen werden; da dies auf der gleichen Waage geschieht, auf welcher der Mensch gewogen wird, so kann man hierfür wieder einen Fehler von 10 Grmm. rechnen.

Nimmt man nun an, dass die verschiedenen möglichen Fehler sich nicht theilweise compensiren, sondern dass sie alle auf ein und dieselbe Seite fallen, so hat man zu veranschlagen:

für Wägung des Menschen	10	Grmm.
„ „ „ Bettes	10	„
„ Bestimmung der Kohlensäure	10	„
„ „ des Wassers	30	„
„ Vernachlässigung des Wasserstoffs und Grubengases	10	„
zusammen	70	Grmm.

Da es sich nun bei unsern Versuchen um 700 Grmm. und darüber Sauerstoff handelt, so hat man keinen grössern Fehler als 10% der ganzen Grösse zu befürchten, ja man darf mit aller Bestimmtheit annehmen, dass der Fehler durchschnittlich ein viel kleinerer sein wird, da die Unsicherheiten herüber und hinüber fallen und sich so gegenseitig compensiren werden. Unsere bisherigen Versuche weisen diese Annahme auch als richtig aus; wir fanden z. B. bei einem Hunde bei Fütterung mit 1500 Grmm. Fleisch, mit dem er sich im Stickstoff- und Kohlenstoff-Gleichgewicht befand, im Tag eine Aufnahme von 477 Grmm. Sauerstoff, während das Fleisch zur Verbrennung 478 Grmm. nöthig hatte.[1])

Der Maximalfehler der Sauerstoffbestimmung ist mithin nicht wesentlich grösser, als bei den Untersuchungen von Ludwig und Sczelkow,[2]), welche sich auf die Bunsen'sche Methode stützen und einen Maximalfehler von 8,5% im Sauerstoff veranlassen konnten.

[1]) Pettenkofer & Voit, Annal. d. Chem. u. Pharm. Suppl. Bd. II S. 361.

[2]) Ludwig & Sczelkow, Sitz. Ber. d. math. natw. Classe der k. k. Akademie zu Wien 1862. Bd. 45. S. 171 u. 209.

Wir fügen die Berechnung der Sauerstoffmenge in dem von uns eben mitgetheilten Versuche bei:

Tag.				Nacht.			
Einnahmen.		Ausgaben.		Einnahmen.		Ausgaben.	
Nahrung . .	2461.4	Kohlensäure	884.6	Nahrung . .	848.2	Kohlensäure	399.6
		Wasser . .	1094.8	Gewichtsabnahme . .	296.0	Wasser . .	947.3
		Harn . . .	725.8			Harn . . .	457.0
		Gewichtszunahme .	50.0		1144.2	Summe . . .	1803.9
		Summe . .	2755.2			Einnahme. .	1144.2
		Einnahme .	2461.4			Sauerstoff. .	659.7
		Sauerstoff . .	293.8				

Es folgen nun noch die Zahlen, welche wir bei den an normalen Menschen angestellten 15 Versuchen erhalten haben; 14 davon sind an einem kräftigen Arbeiter, Uhrmacher M. M. von 28 Jahren angestellt, von einem mittleren Körpergewicht von 70 Kilogramm; einer an einem andern schwächeren Individuum, J. E., 36 Jahre alt, von einem Körpergewicht von 53 Kilogramm, seines Handwerkes ein Schneider. Alle Gewichtsverhältnisse sind in Grammen ausgedrückt.

I.

Hunger, Ruhe.

11. December Früh 1/2 8 Uhr bis 12. Dezember Früh 1/2 8 Uhr.

Körpergewicht	Anfang des Versuchs	71.090
„	Mitte „ „	70.870
„	Ende „ „	70.160

Nahrung.

(10. December Abends 8 Uhr zum letzten Mal gegessen.)

Tag: Vormittag 11 Uhr	Fleischextrakt	4.7
	Salz . . .	6.4
	Wasser . .	524.3
Abends 1/2 7 Uhr	Fleischextrakt	7.8
	Salz . . .	8.7
	Wasser . .	502.9
		1054.8

Ausgaben.

1) Harn:

	Tag.	Nacht.	24 Stunden.
Harnmenge	854.9	342.6	1197.5
Feste Theile	33.16	16.36	49.52
Harnstoff	15.9	10.9	26.8
Asche	13.2	6.5	19.7
Kochsalz	10.2	4.4	14.6
Stickstoff	6.97	—	—
Kohlenstoff	4.91	—	—

2) Respiration:

(Mittlere Temperatur des Versuchsraumes 14.1° C.)

	Tag.	Tag und Nacht.
Durchgeströmte Luftmenge	263018 Liter	531245 Liter
Kohlensäure der einströmenden Luft .	0.7565 pro mille	0.8542 pro mille
Kohlensäure der abströmenden Luft .	2.3056 „ „	2.2126 „ „
Wasser der einströmenden Luft . .	5.6273 „ „	5.6546 „ „
Wasser der abströmenden Luft . .	7.4274 „ „	7.1382 „ „
Abgegebene Kohlensäure	426.6 Grmm.	738.3 Grmm.
Abgegebenes Wasser	443.6 „ = { 440.8 in d. Luft, 2.8 im Buch }	828.9 „ = { 806.1 in d. Luft, 20.0 im Bett, 2.8 im Buch }
Aus der Luft aufgenommener Sauerstoff	450.3 „	779.9 „

Elemente der Einnahmen und Ausgaben.

24 Stunden.

		Wasser.	Kohlen-stoff.	Wasser-stoff.	Stick-stoff.	Sauer-stoff.	Asche.
Einnahmen:							
Fleischextrakt	12.5	3.97	2.44	0.49	1.18	2.02	2.40
Kochsalz . . .	15.1	0.27	—	—	—	—	14.83
Wasser	1027.2	1026.79	—	—	—	—	0.41
Sauerstoff aus der Luft . .	779.9	—	—	—	—	779.90	—
	1834.7	1031.03	2.44	0.49	1.18	781.92	17.64
		= 114.56 H		114.56		916.47	
		916.47 O		115.05		1698.39	
Ausgaben:							
Harn	1197.5	1147.44	8.25	2.00	12.51	7.6	19.70
Respiration .	1567.2	828.90	201.30	—	—	537.0	—
	2764.7	1976.34	209.55	2.00	12.51	544.6	19.70
		= 219.59 H		219.59		1756.75	
		1756.75 O		221.49		2301.35	
Differenz	— 930.0	—	— 207.11	— 106.54	— 11.33	— 602.96	— 2.06

Tag.

		Wasser.	Kohlen-stoff.	Wasser-stoff.	Stick-stoff.	Sauer-stoff.	Asche.
Einnahmen:							
Fleischextrakt	4.7	1.49	0.92	0.18	0.44	0.76	0.90
Kochsalz . . .	6.4	0.12	—	—	—	—	6.28
Wasser	524.3	524.10	—	—	—	—	0.21
Sauerstoff aus der Luft . .	450.3	—	—	—	—	450.3	—
	985.7	525.71	0.92	0.18	0.44	451.06	7.39
		= 58.41 H		58.41		467.30	
		467.30 O		58.59		918.36	
Ausgaben:							
Harn	854.9	825.0	4.25	1.10	7.42	4.0	13.2
Respiration .	870.2	443.6	116.30	—	—	310.3	—
	1725.1	1268.6	120.55	1.10	7.42	314.3	13.2
		= 140.9 H		140.90		1127.7	
		1127.7 O		142.00		1442.0	
Differenz	— 739.4	—	— 119.63	— 83.41	— 6.98	— 523.6	— 5.81

Nacht.

		Wasser.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Stickstoff.	Sauerstoff.	Asche.
Einnahmen:							
Fleischextrakt	7.8	2.48	1.52	0.31	0.74	1.26	1.50
Kochsalz . . .	8.7	0.15	—	—	—	—	8.55
Wasser	502.9	502.70	—	—	—	—	0.20
Sauerstoff aus der Luft . .	329.6	—	—	—	—	329.60	—
	849.0	505.33 = 56.14 H 449.19 O	1.52	0.31 56.14 56.45	0.74	330.86 449.19 780.05	10.25
Ausgaben:							
Harn	342.6	322.5	4.00	0.90	5.09	3.60	6.50
Respiration .	697.0	385.3	85.00	—	—	226.70	—
	1039.6	707.8 = 78.6 H 629.2 O	89.00	0.90 78.60 79.50	5.09	230.30 629.20 859.50	6.50
Differenz	— 190.6	—	— 88.48	— 23.05	— 4.35	— 79.45	+ 3.75

II.

Hunger, Ruhe.

13. December Abends 8 Uhr bis 14. December Früh 8 Uhr.

Körpergewicht Anfang des Versuchs 71.763
" Ende " " 70.700

Keine Nahrung.

(13. Abends direct vor Beginn des Versuchs 1 Portion Kalbsbraten und $^1/_2$ Maas Bier.)

1) Harn.

	Nacht.
Harnmenge	613.8
Feste Theile	23.3
Harnstoff	14.70
Asche	6.92
Kochsalz	2.63

2) Respiration:

(Mittlere Temperatur des Versuchsraumes 17.5° C.)

	Nacht.
Durchgeströmte Luftmenge	274004 Liter
Kohlensäure der einströmenden Luft . .	0.5477 pro mille
Kohlensäure der abströmenden Luft . .	1.8045 „ „
Wasser der einströmenden Luft	6.0897 „ „
Wasser der abströmenden Luft	7.7617 „ „
Abgegebene Kohlensäure	360.0 Grmm.
Abgegebenes Wasser	428.5 „ = { 478.5 in der Luft, 50.0 vom Bett }
Aus der Luft aufgenommener Sauerstoff .	339.3 „

Die Elemente der Einnahmen und Ausgaben können hier nicht berechnet werden, da die Bestandtheile der Nahrung, welche unmittelbar vorher aufgenommen worden war, unbekannt sind.

III.

Hunger, Ruhe.

14. December Früh 8 Uhr bis 15. December Früh 8 Uhr.

Körpergewicht	Anfang des Versuchs	70.700
„	Mitte „ „	70.740
„	Ende „ „	70.040

Nahrung.

(14. December Abends ½8 Uhr zum letzten Male gegessen.)

Tag: Vormittag 10 Uhr	Fleischextrakt	7.1
	Salz	7.0
	Wasser	501.7
Abends 5 Uhr	Fleischextrakt	6.7
	Salz	6.2
	Wasser	485.8
		1014.5

Ausgaben.

1) Harn:

	Tag.	Nacht.	24 Stunden.
Harnmenge	552.8	355.1	907.9
Feste Theile	24.52	19.63	44.15
Harnstoff	14.40	11.90	26.30
Asche	11.40	7.49	18.89
Kochsalz	8.20	5.00	13.20

2) **Respiration:**

(Mittlere Temperatur des Versuchsraumes 15.1° C.)

	Nacht und Tag.	Tag.
Durchgeströmte Luftmenge	549396 Liter	276523 Liter
Kohlensäure der einströmenden Luft .	0.5985 pro mille	0.7190 pro mille
Kohlensäure der abströmenden Luft .	1.9144 „ „	1.8191 „ „
Wasser der einströmenden Luft . .	6.1971 „ „	6.5384 „ „
Wasser der abströmenden Luft . .	7.8669 „ „	8.1092 „ „
Abgegeb. Kohlensäure	739.0 Grmm.	316.2 Grmm.
Abgegebenes Wasser	891.1 „ = { 937.4 in d. Luft, 50.0 vom Bett, 3.7 im Buch }	351.5 „ = { 451.1 in d. Luft, 100.0 vom Bett }
Aus der Luft aufgenommener Sauerstoff	759.2 Grmm.	322.7 Grmm.

Elemente der Einnahmen und Ausgaben.

24 Stunden.

	Wasser.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Stickstoff.	Sauerstoff.	Asche.
Einnahmen:						
Fleischextrakt 13.8	4.39	2.59	0.54	1.31	2.23	2.65
Kochsalz . . . 13.2	0.24	—	—	—	—	12.96
Wasser 987.5	987.11	—	—	—	—	0.39
Sauerstoff aus der Luft . . 742.6	—	—	—	—	742.60	—
1757.1	991.74	2.59	0.54	1.31	744.83	16.00
	= 110.74 H		110.20		881.50	
	881.50 O		110.74		1626.33	
Ausgaben:						
Harn 907.9	863.4	8.05	1.80	12.27	7.50	18.89
Respiration . 1509.3	814.1	189.60	—	—	505.60	—
2417.2	1677.5	197.65	1.80	12.27	513.10	18.89
	= 186.4 H		186.40		1491.10	
	1491.1 O		188.20		2004.20	
Differenz . — 660.1	—	— 195.06	— 77.46	— 10.96	— 377.87	— 2.89

Tag.

		Wasser.	Kohlen-stoff.	Wasser-stoff.	Stick-stoff.	Sauerstoff.	Asche.
Einnahmen:							
Fleischextrakt	7.1	2.26	1.38	0.28	0.67	1.15	1.36
Salz	7.0	0.13	—	—	—	—	6.87
Wasser	501.7	501.50	—	—	—	—	0.20
Sauerstoff aus der Luft	419.9	—	—	—	—	419.9	—
	935.7	503.89	1.38	0.28	0.67	421.05	8.43
		= 55.98 H		55.98		447.91	
		447.91 O		56.26		868.96	
Ausgaben:							
Harn	552.8	525.6	4.05	1.00	6.72	4.0	11.40
Respiration	841.6	462.6	103.30	—	—	275.7	—
	1394.4	988.2	107.35	1.00	6.72	279.7	11.40
		= 109.8 H		109.80		878.4	
		878.4 O		110.80		1158.1	
Differenz	— 458.7	—	— 105.97	— 54.54	— 6.05	— 289.14	— 2.97

Nacht.

		Wasser.	Kohlen-stoff.	Wasser-stoff.	Stick-stoff.	Sauerstoff.	Asche.
Einnahmen:							
Fleischextrakt	6.7	2.13	1.31	0.26	0.64	1.08	1.29
Salz	6.2	0.11	—	—	—	—	6.09
Wasser	485.8	485.70	—	—	—	—	0.13
Sauerstoff aus der Luft	322.7	—	—	—	—	322.7	—
	821.4	487.94	1.31	0.26	0.64	323.78	7.51
		= 54.21 H		54.21		433.73	
		433.73 O		54.47		757.51	
Ausgaben:							
Harn	355.1	333.76	4.00	0.80	5.55	3.5	7.49
Respiration	667.7	351.50	86.20	—	—	230.0	—
	1022.8	685.26	90.20	0.80	5.55	233.5	7.49
		= 76.14 H		76.14		609.1	
		609.12 O		76.94		842.6	
Differenz	— 201.4	—	— 88.89	— 22.47	— 4.91	— 85.09	+ 0.02

IV.

Hunger, Ruhe.

22. December Früh 8 Uhr bis 23. December Früh 8 Uhr.

Körpergewicht	Anfang	des	Versuchs	70.760
„	Mitte	„	„	70.135
„	Ende	„	„	70.080

Nahrung

(21. December Abends 8 Uhr zum letzten Male gegessen.)

Tag: Vormittag 10 Uhr { Fleischextrakt 8.2; Salz . . . . . 5.1; Wasser . . . . 525.3 }
Wasser 747.6
1286.2

Nacht: Abends 7 Uhr: { Fleischextrakt 9.6; Salz . . . . . . 4.4; Wasser . . . . 507.3 }
Wasser 198.3
719.6

in 24 Stunden: 2005.8

Ausgaben.

1) Harn:

	Tag.	Nacht.	24 Stunden.
Harnmenge	477.2	315.4	792.6
Feste Theile	25.31	20.98	46.29
Harnstoff	11.90	13.10	25.00
Harnsäure	0.3353	0.2231	0.5584
Asche	9.65	4.75	14.40
Kochsalz	6.42	2.14	8.56
Schwefelsäure	0.83	0.89	1.72
Phosphorsäure	1.35	1.60	2.95
Stickstoff	5.91	6.35	12.26
Kohlenstoff	4.55	4.75	9.30
Wasserstoff	0.91	0.95	1.86

2) Respiration:

(Mittlere Temperatur des Versuchsraumes 16.0° C.)

	Tag.	Tag und Nacht.
Durchgeströmte Luftmenge	267293 Liter	538656 Liter
Kohlensäure der einströmenden Luft .	1.0193 pro mille	1.0265 pro mille
Kohlensäure der abströmenden Luft .	4.3423 „ „	3.2006 „ „
Wasser der einströmenden Luft . .	5.6052 „ „	5.9717 „ „
Wasser der abströmenden Luft . .	10.3779 „ „	9.0544 „ „
Abgegebene Kohlensäure	930.2 Grmm.	1187.5 Grmm.
Abgegebenes Wasser	1425.3 „ = { 1334.5 i.d.Luft, 90.8 im Brett }	1778.5 „ = { 1697.7 i.d.Luft, 90.8 im Brett, 10.0 v. Bett }
Aus der Luft aufgenommener Sauerstoff	921.5 „	1071.8 „

Elemente der Einnahmen und Ausgaben.

24 Stunden.

	Wasser.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Stickstoff.	Sauerstoff.	Asche.
Einnahmen:						
Fleischextrakt 17.8	5.66	3.47	0.69	1.69	2.88	3.42
Salz 9.5	0.17	—	—	—	—	9.33
Wasser 1978.5	1977.83	—	—	—	—	0.67
Sauerstoff aus der Luft . . 1071.8	—	—	—	—	1071.80	—
3077.6	1983.66	3.47	0.69	1.69	1074.68	13.42
	= 220.4 H		220.4		1763.20	
	1763.2 O		221.09		2837.88	
Ausgaben:						
Harn 792.6	746.31	9.30	1.86	12.26	8.47	14.40
Respiration . . 2966.0	1778.50	323.90	—	—	863.60	—
3758.6	2524.81	333.20	1.86	12.26	872.07	14.40
	= 280.54 H		280.54		2234.00	
	2234.0 O		282.40		3106.07	
Differenz . — 681.0	—	— 329.73	— 61.31	—10.57	— 268.19	— 0.98

Tag.

	Wasser.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Stickstoff.	Sauerstoff.	Asche.
Einnahmen:						
Fleischextrakt 8.2	2.5	1.56	0.31	0.76	1.28	1.53
Salz 5.1	0.1	—	—	—	—	5.00
Wasser 1272.9	1272.4	—	—	—	—	0.51
Sauerstoff aus der Luft . . 921.5	—	—	—	—	921.5	—
2207.8	1275.0	1.56	0.31	0.76	922.78	7.04
	= 141.6 H		141.60		1133.40	
	1133.4 O		141.91		2056.18	
Ausgaben:						
Harn 477.2	451.89	4.55	0.91	5.55	4.65	9.65
Respiration . . 2355.5	1425.30	253.70	—	—	676.50	—
2832.7	1877.19	258.25	0.91	5.55	681.15	9.65
	= 208.57 H		208.57		1668.62	
	1668.62 O		209.48		2349.77	
Differenz . — 624.9	—	— 256.69	— 67.57	— 4.79	— 293.59	— 2.61

Nacht.

	Wasser.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Stickstoff.	Sauerstoff.	Asche.
Einnahmen:						
Fleischextrakt 9.6	3.05	1.87	0.37	0.91	1.54	1.82
Salz 4.4	0.08	—	—	—	—	4.32
Wasser 705.6	705.32	—	—	—	—	0.28
Sauerstoff aus der Luft . . 150.3	—	—	—	—	150.30	—
869.9	708.45	1.87	0.37	0.91	151.84	6.42
	= 78.72 H		78.72		629.73	
	629.73 O		79.09		781.57	
Ausgaben:						
Harn 315.4	294.42	4.75	0.95	6.21	4.32	4.75
Respiration . 610.5	353.20	70.20	—	—	187.10	—
925.9	647.62	74.95	0.95	6.21	191.42	4.75
	= 71.96 H		71.96		575.66	
	575.66 O		72.91		767.08	
Differenz . . — 56.0	—	— 73.08	+ 6.18	— 5.30	+ 14.49	+ 1.67

V.

Mittlere Kost, Ruhe.

31. Juli Früh 6 Uhr bis 1. August Früh 6 Uhr.

Körpergewicht	Anfang	des	Versuchs:	69.290
"	Mitte	"	"	69.720
"	Ende	"	"	69.550

Nahrung.

(30. Juli Abends 7 Uhr zum letzten Male gegessen.)

Tag:	Früh 6 Uhr	Milch	500.0	
		Brod	140.0	
	Vormittag 10 Uhr	{Brod	100.0	
		{Butter	15.0	
		{Salz	0.3	
		Bier	256.2	
	Mittag 12 Uhr	{Fleisch	87.1	= 150 frisch
		{Schmalz	11.6	
		{Salz	0.3	
		Brod	70.0	
		Bier	256.2	
		{Stärke	70.0	
		{Zucker	17.0	
		{Schmalz	21.8	
		{Wasser	33.3	
		Wasser	253.0	
	Nachmittag 4 Uhr	{Brod	70.0	
		{Butter	15.0	
		{Salz	0.5	
			1918.3	
Nacht:	Abends 7 Uhr	{Fleisch	52.6	= 100 frisch
		{Schmalz	22.6	
		{Salz	1.4	
		Brod	70.0	
		Bier	512.5	
		{Eiweiss	41.5	= 70 frisch
		{Schmalz	14.0	
		{Salz	0.8	
			715.4	
		in 24 Stunden:	2633.7	

Ausgaben.

1) **Harn:**

	Tag.	Nacht.	24 Stunden.
Harnmenge	845.6	497.5	1343.1
Feste Theile	39.01	25.50	64.51
Harnstoff	21.5	15.7	37.2
Harnsäure	—	—	0.800
Asche	12.20	5.92	18.12
Kochsalz	8.4	3.0	11.4
Schwefelsäure	—	—	2.56
Stickstoff	10.12	7.24	17.36
Kohlenstoff	—	—	12.60
Wasserstoff	—	—	2.75

2) **Koth:**

1. August 6 Uhr Abends 114.5 = 31.6 trocken mit 14.4 % Fett.

Elementarzusammensetzung (Diabetiker bei gleicher Kost)

C	45.58
H	6.80
N	6.64
O	22.54
Asche	18.44
	100.00

3) **Respiration:**

(Mittlere Temperatur des Versuchsraumes 18.6° C.)

	Tag.	Tag und Nacht.
Durchgeströmte Luftmenge	135823 Liter	286772 Liter
Kohlensäure der einströmenden Luft	0.6594 pro mille	0.7170 pro mille
Kohlensäure der abströmenden Luft	4.2386 „ „	3.7666 „ „
Wasser der einströmenden Luft	9.0634 „ „	9.2606 „ „
Wasser der abströmenden Luft	11.3781 „ „	11.5941 „ „
Abgegebene Kohlensäure	582.9 Grmm.	911.7 Grmm.
Abgegebenes Wasser	344.4 „	828.0 „ = {698.0 in d. Luft; 130.0 im Bett}
Aus der Luft aufgenommener Sauerstoff	234.6 „	708.9 „

Elemente der Einnahmen und Ausgaben.

		Wasser.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Stickstoff.	Sauerstoff.	Asche.
Einnahmen:							
Fleisch	139.7	79.5	31.3	4.3	3.50	12.9	3.2
Eiweiss	41.5	32.2	5.0	0.7	1.35	2.0	0.3
Brod	450.0	208.6	109.6	15.6	5.77	100.5	9.9
Milch	500.0	435.4	35.2	5.6	3.15	17.0	3.6
Bier	1025.0	961.2	25.6	4.3	0.67	30.6	2.7
Schmalz . . .	70.0	—	53.5	8.3	—	8.1	—
Butter	30.0	2.1	22.0	3.1	0.03	2.8	—
Stärke	70.0	11.0	26.1	3.9	—	29.0	—
Zucker	17.0	—	7.2	1.1	—	8.7	—
Salz	4.2	—	—	—	—	—	4.2
Wasser	286.3	286.3	—	—	—	—	—
Sauerstoff aus der Luft . .	709.0	—	—	—	—	709.0	—
	3342.7	2016.3	315.5	46.9	19.47	920.6	23.9
		= 224.0 H		224.0		1792.3	
		1792.3 O		270.9		2712.9	
Ausgaben:							
Harn	1343.1	1278.6	12.60	2.75	17.35	13.71	18.1
Koth	114.5	82.9	14.50	2.17	2.12	7.19	5.9
Respiration .	1739.7	828.0	248.60	—	—	663.10	—
	3197.3	2189.5	275.70	4.92	19.47	684.00	24.0
		= 243.3 H		243.30		1946.20	
		1946.2 O		248.22		2630.20	
Differenz . .	+ 145.4	—	+ 39.8	+ 22.7	0	+ 82.7	— 0.1

VI.

Mittlere Kost, Ruhe,

18. December Früh 8 Uhr bis 19. December Früh 8 Uhr.

Körpergewicht	Anfang	des	Versuchs	70.190
„	Mitte	„	„	71.850
„	Ende	„	„	71.020

Nahrung.

(17. December Abends 8 Uhr zum letzten Male gegessen.)

Tag: Früh ½9 Uhr	Milch	504.8
	Brod	140.0
Vormittag 10 Uhr	{ Brod	100.0
	{ Butter	15.0
	{ Salz	0.3
	Bier	258.3

Mittag 12 Uhr	Fleisch	91.8	= 150 frisch
	Schmalz	14.0	
	Salz	0.8	
	Brod	70.0	
	Bier	258.0	
	Stärke	70.0	
	Zucker	17.0	
	Schmalz	19.9	
	Wasser	36.9	
Nachmittag 3 Uhr	Brod	70.0	
	Butter	15.0	
	Salz	0.4	
Abends 7 Uhr	Fleisch	57.7	= 100 frisch
	Schmalz	9.0	
	Salz	1.0	
	Brod	70.0	
	Bier	468.1	
	Eiweiss	59.2	= 70 frisch
	Schmalz	9.1	
	Salz	0.4	
	Wasser	480.0	
		2836.7	
Nacht:	Wasser	146.0	
	in 24 Stunden	2982.7	

Ausgaben.

1) Harn:

	Tag.	Nacht.	24 Stunden.
Harnmenge	572.4	546.9	1119.3
Harnstoff	17.80	17.60	35.40
Kochsalz	6.36	4.25	10.61

2) Koth:

19. December 12 Uhr Mittags 162.0 = 40.0 trocken.
Elementarzusammensetzung wie in I.

3) Respiration:
(Mittlere Temperatur des Versuchsraumes 16.4° C.)

	Tag.		Tag und Nacht.	
Durchgeströmte Luftmenge	268369 Liter		538975 Liter	
Kohlensäure der einströmenden Luft .	0.9645 pro mille		1.0381 pro mille	
Kohlensäure der abströmenden Luft .	2.8881 " "		2.7504 " "	
Wasser der einströmenden Luft . .	6.5422 " "		6.6739 " "	
Wasser der abströmenden Luft . .	8.4404 " "		8.6294 " "	
Abgegeb. Kohlensäure	539.1 Grmm.		943.2 Grmm.	
Abgegebenes Wasser	534.0 " =	532.2 in d. Luft 1.8 im Buch	1009.3 " =	1077.5 in d. Luft 1.8 im Buch 70.0 vom Bett
Aus der Luft aufgenomm. Sauerstoff.	468.8 "		919.1 "	

Elemente der Einnahmen und Ausgaben.

		Wasser.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Stickstoff.	Sauerstoff.	Asche.
Einnahmen:							
Fleisch	149.5	89.25	31.3	4.3	8.50	12.90	3.2
Eiweiss	59.2	49.88	5.0	0.7	1.35	2.00	0.3
Brod	450.0	208.60	109.6	15.6	5.77	100.50	9.9
Milch	504.8	439.58	35.59	5.60	3.18	17.16	3.68
Bier	984.4	923.17	24.54	4.13	0.64	29.33	2.66
Schmalz	52.0	—	39.78	6.19	—	6.03	—
Butter	30.0	2.10	22.00	3.10	0.03	2.80	—
Stärke	70.0	11.00	26.1	3.90	—	29.00	—
Zucker	17.0	—	7.20	1.10	—	8.70	—
Salz	2.9	0.05	—	—	—	—	2.85
Wasser	662.9	662.64	—	—	—	—	0.26
Sauerstoff aus der Luft . .	919.1	—	—	—	—	919.10	—
	3901.8	2386.27	301.11	44.62	19.47	1127.52	22.85
		= 265.1 H		265.10		2121.20	
		2121.2 O		309.72		3248.72	
Ausgaben:							
Harn	1119.3	1055.8	12.6	2.75	16.32	13.71	18.10
Koth	162.0	122.0	18.2	2.72	2.66	9.01	7.38
Respiration .	1952.5	1009.3	257.2	—	—	686.0	—
	3233.8	2187.1	288.0	5.47	18.98	708.72	25.48
		= 242.9 H		242.90		1944.20	
		1944.2 O		248.37		2652.92	
Differenz . .	+ 668.0	—	+ 13.11	+ 61.35	+ 0.49	+ 595.80	— 2.63

VII.

Mittlere Kost, Ruhe.

27. December Früh 8 Uhr bis 28. December Früh 8 Uhr.

Körpergewicht	Anfang	des Versuchs	71.130
„	Mitte	„ „	72.300
„	Ende	„ „	71.190

Nahrung.

(26. December Abends 8 Uhr zum letzten Male gegessen.)

Tag:				
Früh 8 Uhr		Milch	506.9	
		Brod	140.0	
Vormittag 10 Uhr	{	Brod	100.0	
	{	Butter	15.0	
	{	Salz	0.3	
		Bier	256.1	
Mittag 12 Uhr	{	Fleisch	97.0	= 150 frisch
	{	Schmalz	9.1	
	{	Salz	0.9	
		Brod	70.0	
		Bier	258.1	
	{	Stärke	70.0	
	{	Zucker	17.0	
	{	Schmalz	22.1	
	{	Wasser	48.8	
Nachmittag 4 Uhr	{	Brod	70.0	
	{	Butter	15.0	
	{	Salz	0.7	
Abends 7 Uhr	{	Fleisch	63.1	= 100 frisch
	{	Schmalz	6.6	
	{	Salz	1.5	
		Brod	70.0	
		Bier	538.8	
	{	Eiweiss	61.2	= 70 frisch
	{	Schmalz	8.9	
	{	Salz	0.7	
			2447.8	

Ausgaben.

1) Harn:

	Tag.	Nacht.	24 Stunden.
Harnmenge	722.6	644.4	1367.0
Feste Theile	34.68	29.10	63.78
Harnstoff	19.2	18.0	37.2
Harnsäure	0.4808	0.3761	0.8569
Asche	11.95	8.59	20.54
Kochsalz	7.75	5.35	13.10
Schwefelsäure	1.34	1.32	2.66
Phosphorsäure	2.61	1.58	4.19
Stickstoff	8.22	8.52	16.74

2) Koth:

28. December 10 Uhr 166.3 = 39.4 trocken.

Elementarzusammensetzung wie I.

3) Respiration:

(Mittlere Temperatur des Versuchsraumes 15.4° C.)

	Tag.	Tag und Nacht.
Durchgeströmte Luftmenge	271258 Liter	542515 Liter
Kohlensäure der einströmenden Luft	0.7186 pro mille	0.6311 pro mille
Kohlensäure der abströmenden Luft	2.5763 „ „	2.3088 „ „
Wasser der einströmenden Luft	5.2994 „ „	5.2079 „ „
Wasser der abströmenden Luft	6.9377 „ „	7.1119 „ „
Abgegebene Kohlensäure	527.2 Grmm.	930.4 Grmm.
Abgegebenes Wasser	446.1 „ = {464.9 in d. Luft, 1.2 im Buch, 20.0 vom Bett}	957.4 „ = {1056.2 i. d. Luft, 1.2 im Buch, 100.0 v. Bett}
Aus der Luft aufgenommener Sauerstoff	418.1 „	448.8 „

Elemente der Einnahmen und Ausgaben.

	Wasser.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Stickstoff.	Sauerstoff.	Asche.
Einnahmen:						
Fleisch 160.1	99.85	31.3	4.32	8.50	12.90	3.20
Eiweiss 61.2	51.88	5.0	0.70	1.35	2.00	0.30
Brod 450.0	208.60	109.6	15.60	5.77	100.50	9.90
Milch 506.9	442.21	35.74	5.63	3.19	17.20	3.70
Bier 1053.0	987.50	26.25	4.42	0.68	31.39	2.80
Schmalz . . . 46.7	—	35.70	5.56	—	5.40	—
Butter 30.0	2.10	22.00	3.10	0.03	2.80	—
Stärke 70.0	11.00	26.10	3.90	—	29.00	—
Zucker 17.0	—	7.20	1.10	—	8.70	—
Salz 4.1	0.07	—	—	—	—	4.00
Wasser 48.8	48.78	—	—	—	—	0.02
Sauerstoff aus der Luft . . 866.9	—	—	—	—	866.90	—
3314.7	1851.99	298.89	44.33	19.52	1076.82	23.92
	= 205.78 H		205.78		1646.22	
	1646.22 O		250.11		2723.04	
Ausgaben:						
Harn 1367.0	1303.22	12.60	2.75	17.36	10.53	20.54
Koth 166.3	126.90	17.96	2.68	2.62	8.88	7.26
Respiration . . 1887.7	957.40	253.70	—	—	676.60	—
3421.0	2387.52	284.26	5.43	19.98	696.01	27.80
	= 265.28 H		265.28		2122.24	
	2122.24 O		270.71		2818.25	
Differenz . — 106.3	—	+ 14.63	— 20.60	—0.46	— 95.21	— 3.88

VIII.

Mittlere Kost, Arbeit.

3. August Früh 6 Uhr bis 4. August Früh 6 Uhr.

Körpergewicht Anfang des Versuchs 69.650
" Mitte " " 69.700
" Ende " " 69.410

Nahrung

(2. August Abends 7 Uhr zum letzten Male gegessen.)

Tag: Früh 6 Uhr
Milch 500.0
Brod 140.0

Vormittag 10 Uhr
{Brod 70.0
{Butter 15.0
{Salz 0.3
Bier 256.2

Mittag 12 Uhr	Fleisch	78.4	= 150 frisch
	Schmalz	21.7	
	Salz	1.7	
	Brod	70.0	
	Bier	256.2	
	Stärke	70.0	
	Zucker	17.0	
	Schmalz	18.0	
	Wasser	49.2	
	Wasser	782.0	
Nachmittag 4 Uhr	Brod	100.0	
	Butter	15.0	
	Salz	0.6	
		2461.4	
Nacht: Abends 7 Uhr	Fleisch	50.4	= 100 frisch
	Schmalz	15.4	
	Salz	1.8	
	Brod	70.0	
	Bier	512.5	
	Eiweiss	50.7	= 70 frisch
	Schmalz	14.9	
	Salz	0.5	
	Wasser	132.0	
		848.2	
	in 24 Stunden	3309.6	

Ausgaben.

1) Harn:

	Tag.	Nacht.	24 Stunden.
Harnmenge	725.8	451.1	1182.8
Feste Theile	39.6	27.2	66.8
Harnstoff	20.1	16.2	36.3
Harnsäure	—	—	0.8273
Asche	14.14	7.03	21.17
Kochsalz	9.51	3.87	13.38
Phosphorsäure	—	—	4.15
Stickstoff	9.41	7.85	17.26
Kohlenstoff	—	—	12.40
Wasserstoff	—	—	2.65

2) Koth:

4. August 7 Uhr Abends 88.0 = 26.6 trocken mit 12.6 % Fett.
Elementarzusammensetzung wie I.

3) Respiration:
(Mittlere Temperatur im Versuchsraum 22.0° C.)

	Tag.	Tag und Nacht.
Durchgeströmte Luftmenge	171110 Liter	346692 Liter
Kohlensäure der einströmenden Luft	0.6666 pro mille	0.7474 pro mille
Kohlensäure der abströmenden Luft	5.4739 „ „	4.3235 „ „
Wasser der einströmenden Luft	11.3350 „ „	11.0830 „ „
Wasser der abströmenden Luft	17.2849 „ „	16.1459 „ „
Abgegebene Kohlensäure	884.6 Grmm.	1284.2 Grmm.
Abgegebenes Wasser	1094.8 „	2042.5 „ = { 1822.5 i.d.Luft 220.0 im Bett
Aus der Luft aufgenommener Sauerstoff	293.8 „	953.9 „

Elemente der Einnahmen und Ausgaben.

		Wasser.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Stickstoff.	Sauerstoff.	Asche.
Einnahmen:							
Fleisch	128.8	68.6	31.3	4.3	8.50	12.9	3.2
Eiweiss	50.7	41.4	5.0	0.7	1.35	2.0	0.3
Brod	450.0	208.6	109.6	15.6	5.77	100.5	9.9
Milch	500.0	435.4	35.2	5.6	3.15	17.0	3.6
Bier	1025.0	961.2	25.6	4.3	0.67	30.6	2.7
Schmalz	70.0	—	58.5	8.3	—	8.1	—
Butter	30.0	2.1	22.0	3.1	0.03	2.8	—
Stärke	70.0	11.0	26.1	3.9	—	29.0	—
Zucker	17.0	—	7.2	1.1	—	8.7	—
Salz	4.9	—	—	—	—	—	4.9
Wasser	963.2	963.2	—	—	—	—	—
Sauerstoff aus der Luft	953.9	—	—	—	—	953.9	—
	4263.5	2691.5	315.5	46.9	19.47	1165.5	24.6
		= 299.0 H		299.0		2392.5	
		2392.5 O		345.9		3558.0	
Ausgaben:							
Harn	1182.8	1116.0	12.4	2.65	17.26	13.32	21.17
Koth	88.0	61.4	12.1	1.80	1.77	6.00	4.90
Respiration	3326.7	2042.5	350.2	—	—	934.00	—
	4597.5	3219.9	374.7	4.45	19.03	953.32	26.07
		= 357.7 H		357.70		2862.20	
		2862.2 O		362.15		3815.52	
Differenz	— 334.0	—	— 59.2	— 16.2	+ 0.44	— 257.7	— 1.47

IX.

Mittlere Kost, Arbeit,

29. December Früh 8 Uhr bis 30. December Früh 8 Uhr.

Körpergewicht Anfang des Versuchs		70.003
„ Mitte „ „		71.160
„ Ende „ „		70.080

Nahrung.

(28. December Abends 8 Uhr zum letzten Male gegessen.)

Zeit	Nahrung	Menge	
Tag: Früh 8 Uhr	Milch	500.0	
	Brod	140.0	
Vormittag 10 Uhr	Brod	100.0	
	Butter	15.0	
	Salz	0.6	
	Bier	257.4	
Mittag 12 Uhr	Fleisch	89.9	= 150 frisch
	Schmalz	12.3	
	Salz	1.9	
	Brod	70.0	
	Bier	257.4	
	Stärke	70.0	
	Zucker	17.0	
	Schmalz	21.4	
	Wasser	39.8	
Nachmittag 4 Uhr	Brod	70.0	
	Butter	15.0	
	Salz	0.4	
	Wasser	440.3	
Abends 7 Uhr	Fleisch	61.4	= 100 frisch
	Schmalz	11.2	
	Salz	1.1	
	Brod	70.0	
	Bier	551.1	
	Eiweiss	48.1	= 70 frisch
	Schmalz	15.3	
	Salz	0.9	
		2877.5	

Ausgaben.

1) **Harn:**

	Tag.	Nacht.	24 Stunden.
Harnmenge	653.2	607.9	1261.1
Feste Theile	36.7	30.2	66.9
Harnstoff	18.9	18.4	37.3
Harnsäure	0.573	0.410	0.983
Asche	11.9	7.5	19.4
Kochsalz	8.01	4.45	12.46
Schwefelsäure	1.18	1.39	2.57
Phosphorsäure	2.48	1.59	4.07
Stickstoff	8.49	8.39	16.88

2) Koth:

30. December Vormittag 126.0 = 31.88 trocken.
Elementarzusammensetzung wie I.

3) Respiration:

(Mittlere Temperatur im Versuchsraume 16.1° C.)

	Tag.	Tag und Nacht.
Durchgeströmte Luftmenge	269287 Liter	538166 Liter
Kohlensäure der einströmenden Luft	0.5777 pro mille	0.5566 pro mille
Kohlensäure der abströmenden Luft	3.5151 „ „	2.6161 „ „
Wasser der einströmenden Luft	5.7874 „ „	5.3891 „ „
Wasser der abströmenden Luft	9.1751 „ „	7.8903 „ „
Abgegebene Kohlensäure	827.8 Grmm.	1133.7 Grmm.
Abgegebenes Wasser	1034.9 „ = { 954.9 in d. Luft, 80.0 im Bett }	1411.8 „ = { 1376.8 i. d. Luft, 80.0 im Bett, 45.0 v. Bett }
Aus der Luft aufgenommener Sauerstoff	795.4 „	1006.1 „

Elemente der Einnahmen und Ausgaben.

		Wasser.	Kohlen-stoff.	Wasser-stoff.	Stick-stoff.	Sauer-stoff.	Asche.
Einnahmen:							
Fleisch	151.3	91.05	31.30	4.32	8.50	12.90	3.20
Eiweiss	48.1	38.78	5.00	0.70	1.35	2.00	0.30
Brod	450.0	208.60	109.60	15.60	5.77	100.50	9.90
Milch	500.0	435.40	35.25	5.55	3.15	17.00	3.65
Bier	1065.9	999.60	26.57	4.48	0.69	31.77	2.83
Schmalz	60.2	—	46.05	7.16	—	6.98	—
Butter	30.0	2.10	22.00	3.10	0.03	2.80	—
Stärke	70.0	11.00	26.10	3.90	—	29.00	—
Zucker	17.0	—	7.20	1.10	—	8.70	—
Salz	4.9	0.09	—	—	—	—	4.81
Wasser	480.1	479.91	—	—	—	—	0.19
Sauerstoff aus der Luft	1006.1	—	—	—	—	1006.10	—
	3883.6	2266.53	309.17	45.91	19.49	1217.75	24.88
		= 251.83 H		251.83		2014.70	
		2014.70 O		297.74		3232.45	
Ausgaben:							
Harn	1261.1	1194.2	12.6	2.75	17.41	14.74	19.4
Koth	126.0	94.1	14.5	2.17	2.12	7.19	5.9
Respiration	2545.5	1411.8	309.20	—	—	824.5	—
	3932.6	2700.1	336.30	4.92	19.53	846.43	25.3
		= 300.00 H		300.00		2400.10	
		2400.10 O		304.92		3246.53	
Differenz	— 49.0	—	— 27.13	— 7.18	— 0.04	— 14.08	— 0.42

X.

Eiweissreiche Kost, Ruhe; 1. Tag.

2. Januar Früh 8 Uhr bis 3. Januar Früh 8 Uhr.

(3. bis 4. Januar dieselbe Kost.)

Körpergewicht Anfang des Versuchs	70.140
„ Mitte „ „	73.230
„ Ende „ „	71.450

Nahrung.

(1. Januar Abends 8 Uhr zum letzten Male gegessen.)

Tag: Früh 8 Uhr	Milch	508.3
	Brod	140.0

Vormittag 10 Uhr	Fleisch	60.7	= 100 frisch
	Schmalz	9.3	
	Salz	0.8	
	Brod	70.0	
	Butter	15.0	
	Salz	0.3	
	Bier	551.7	
Mittag 12 Uhr	Fleisch	215.9	= 350 frisch
	Schmalz	21.5	
	Salz	2.3	
	Brod	100.0	
	Bier	552.0	
	Eiweiss	76.9	= 100 frisch
	Schmalz	16.4	
	Salz	0.9	
Nachmittag 4 Uhr	Brod	100.0	
	Butter	15.0	
	Salz	0.7	
	Bier	552.5	
Abends 7 Uhr	Fleisch	227.0	= 350 frisch
	Schmalz	20.2	
	Salz	2.3	
	Brod	100.0	
	Bier	1101.6	
	Eiweiss	76.1	= 100 frisch
	Schmalz	18.3	
	Salz	0.6	
		4556.3	

Ausgaben.

1) Harn:

	Tag.	Nacht.	24 Stunden.	3.—4 Januar 24 Stunden.
Harnmenge . . .	822.5	1160.1	1982.6	2496.7
Feste Theile . .	43.8	56.5	100.3	—
Harnstoff	23.20	32.6	55.80	69.0
Harnsäure . . .	0.781	0.881	1.662	—
Asche	12.70	13.7	26.40	—
Kochsalz	6.74	6.82	13.56	17.1
Schwefelsäure .	1.76	2.41	4.17	5.48
Phosphorsäure .	3.06	2.53	5.59	5.90
Stickstoff	10.50	15.50	26.00	—

2) Koth:

3. Januar Früh 9 Uhr 165.9 = 40.2 trocken.

Elementarzusammensetzung wie I.

(4. Januar Früh 7 Uhr 251.4 = 55.3 trocken; zum 2. Tag.)

3) Respiration:

(Mittlere Temperatur im Versuchsraum 15.6° C.)

	Tag.	Tag und Nacht.
Durchgeströmte Luftmenge	268936 Liter	538155 Liter
Kohlensäure der einströmenden Luft .	0.7685 pro mille	0.8275 pro mille
Kohlensäure der abströmenden Luft .	2.8302 „ „	2.6504 „ „
Wasser der einströmenden Luft . .	5.1038 „ „	5.1774 „ „
Wasser der abströmenden Luft . .	7.5755 „ „	7.2679 „ „
Abgegebene Kohlensäure	580.3 Grmm.	1003.3 Grmm.
Abgegebenes Wasser	695.8 „	1110.4 „ = { 1150.4 in d. Luft, 40.0 vom Bett }
Aus der Luft aufgenommener Sauerstoff	632.3 „	850.0 „

Elemente der Einnahmen und Ausgaben.

	Wasser.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Stickstoff.	Sauerstoff.	Asche.
Einnahmen:						
Fleisch 503.6	310.80	100.16	13.84	27.20	41.20	10.40
Eiweiss. . . . 153.0	126.36	14.26	1.92	3.86	5.78	0.82
Brod 510.0	236.38	124.29	17.65	6.53	113.88	11.27
Milch. 508.0	442.63	35.83	5.59	3.20	17.28	3.71
Bier 2757.8	2586.26	68.75	11.58	1.79	82.21	7.33
Schmalz . . . 85.7	—	65.56	10.20	—	9.94	—
Butter 30.0	2.10	22.00	3.10	0.03	2.80	—
Salz 7.7	0.14	—	—	—	—	7.56
Sauerstoff aus der Luft . . 850.0	—	—	—	—	850.0	—
5406.3	3704.67	430.85	63.88	42.61	1123.09	41.09
	= 411.63 H		411.63		3293.04	
	3293.04 O		475.51		4416.13	
Ausgaben:						
Harn 1982.6	1882.3	17.4	5.83	26.04	24.63	26.4
Koth 165.9	125.7	18.3	2.74	2.67	9.06	7.4
Respiration . 2113.7	1110.4	273.6	—	—	729.7	—
4262.2	3118.4	309.3	8.57	28.71	763.39	33.8
	= 346.5 H		346.50		2771.90	
	2771.9 O		355.07		3535.29	
Differenz . + 1144.1	—	+ 121.55	+ 120.44	+ 13.90	+ 880.84	+ 7.29

XI.

Eiweissreiche Kost, Ruhe; 3. Tag.

4. Januar Früh 8 Uhr bis 5. Januar Früh 8 Uhr.

Körpergewicht Anfang des Versuchs:		70.940
„	Mitte „ „	73.920
„	Ende „ „	71.760

Nahrung.

(3. Januar Abends 7 Uhr zum letzten Male gegessen.)

Tag:	Früh 8 Uhr	Milch	505.2	
		Brod	140.0	
	Vormittag 10 Uhr	Fleisch }	55.9	= 100 frisch
		Schmalz }	6.2	
		Salz }	0.7	
		Brod }	70.0	
		Butter }	15.0	
		Salz }	0.3	
		Bier	550.4	
	Mittag 12 Uhr	Fleisch }	204.8	= 350 frisch
		Schmalz }	18.9	
		Salz }	3.0	
		Brod	100.0	
		Bier	552.1	
		Eiweiss }	82.0	= 100 frisch
		Schmalz }	12.0	
		Salz }	0.9	
	Nachmittag 4 Uhr	Brod }	100.0	
		Butter }	15.0	
		Salz }	0.5	
		Bier	552.6	
	Abends 7 Uhr	Fleisch }	206.8	= 350 frisch
		Schmalz }	13.7	
		Salz }	3.0	
		Brod	100.0	
		Bier	1101.0	
		Eiweiss }	87.5	= 100 frisch
		Schmalz }	14.9	
		Salz }	0.5	
			4513.5	

Ausgaben.

1) Harn:

	Tag.	Nacht.	24 Stunden.
Harnmenge	860.2	1463.8	2324.0
Feste Theile	55.0	63.7	118.7
Harnstoff	31.3	38.4	69.7
Harnsäure	0.8749	0.9460	1.8209
Asche	12.7	14.6	27.3
Kochsalz	7.12	8.63	15.75
Schwefelsäure	2.34	3.22	5.56
Phosphorsäure	3.27	2.54	5.81
Stickstoff	14.9	17.4	32.3

2) Koth:

5. Januar Früh 9 Uhr 258.8 = 49.8 trocken.
Elementarzusammensetzung wie I.

3) Respiration:

(Mittlere Temperatur des Versuchsraumes 16.3° C.)

	Tag.	Tag und Nacht.
Durchgeströmte Luftmenge	271895 Liter	542498 Liter
Kohlensäure der einströmenden Luft	1.0041 pro mille	1.0957 pro mille
Kohlensäure der abströmenden Luft	3.0992 „ „	2.9671 „ „
Wasser der einströmenden Luft	4.9744 „ „	4.9906 „ „
Wasser der abströmenden Luft	7.2266 „ „	7.1074 „ „
Abgegebene Kohlensäure	595.9 Grmm.	1038.1 Grmm.
Abgegebenes Wasser	643.9 „ = {640.7 in d.Luft; 3.2 im Buch}	1207.5 „ = {1174.3 i.d.Luft; 3.2 imBuch; 30.0 im Bett}
Aus der Luft aufgenommener Sauerstoff	566.5 „	876.1 „

Elemente der Einnahmen und Ausgaben.

		Wasser.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Stickstoff.	Sauerstoff.	Asche.
Einnahmen:							
Fleisch	467.5	274.70	100.16	13.84	27.20	41.20	10.40
Eiweiss. . . .	169.5	142.86	14.26	1.92	3.86	5.78	0.82
Brod	510.0	236.38	124.29	17.65	6.53	113.88	11.27
Milch	505.2	439.93	35.62	5.56	3.18	17.18	3.69
Bier	2756.7	2586.63	68.72	11.58	1.79	82.18	7.33
Schmalz . . .	65.7	—	50.26	7.82	—	7.62	—
Butter	30.0	2.10	22.00	3.10	0.03	2.80	—
Salz	8.9	0.16	—	—	—	—	8.74
Sauerstoff aus der Luft. .	876.1	—	—	—	—	876.1	—
	5389.6	3682.76	415.31	61.47	42.59	1146.74	43.25
		= 409.20 H		409.20		3273.56	
		3273.56 O		470.67		4420.3	
Ausgaben:							
Harn	2324.0	2205.3	22.00	7.37	32.82	29.51	27.30
Koth	258.8	209.0	22.79	3.40	3.32	11.27	9.23
Respiration .	2245.6	1207.5	283.1	—	—	755.0	—
	4828.4	3621.8	327.89	10.77	36.14	795.78	36.53
		= 402.42 H		402.42		3219.40	
		3219.40 O		413.19		4015.18	
Differenz. .	+ 561.2	—	+ 87.42	+ 57.48	+ 6.45	+ 405.12	+ 6.72

XII.

Stickstofflose Kost, Ruhe; erster Tag.

7. Januar Früh 8 Uhr bis 8. Januar Früh 8 Uhr.

Körpergewicht	Anfang	des Versuchs	71.055
„	Mitte	„ „	71.660
„	Ende	„ „	71.165

Nahrung

(6. Januar Abends 8 Uhr zum letzten Male gegessen.)

Tag: Früh 8 Uhr	Fleischextrakt	6.7
	Salz	4.2
	Wasser	514.1
Vormittag 10 Uhr	Stärke	100.0
	Zucker	10.9
	Schmalz	22.0
	Salz	0.7
	Wasser	34.1

Mittag 12 Uhr	Stärke	150.0
	Zucker	12.8
	Schmalz	25.3
	Salz	1.1
	Wasser	84.0
	Fleischextrakt	6.9
	Salz	4.4
	Wasser	446.2
Abends 7 Uhr	Stärke	150.0
	Zucker	14.4
	Schmalz	31.6
	Salz	1.5
	Wasser	89.5
		1710.4
Nachts:	Wasser	240.1
	in 24 Stunden:	1950.5

Ausgaben.

1) Harn:

	Tag.	Nacht.	24 Stunden.
Harnmenge	553.7	330.6	884.3
Feste Theile	31.1	21.7	52.8
Harnstoff	16.5	11.2	27.7
Harnsäure	0.5611	0.285	0.8461
Asche	9.2	4.34	13.54
Kochsalz	7.02	2.74	9.76
Schwefelsäure	0.92	0.55	1.47
Phosphorsäure	1.90	1.25	3.15
Stickstoff	7.43	5.13	12.56

2) Koth:

8. Januar Abends 8 Uhr 48.8 = 13.8 trocken.

9. Januar Abends 5 Uhr 41.2 = 8.0 trocken.

Elementarzusammensetzung (Diabetiker bei gleicher Kost)

C	43.80
H	6.80
N	2.29
O	38.30
Asche	8.81
	100.00

2) **Respiration**:

(Mittlere Temperatur des Versuchsraumes 16.4° C.)

	Tag.	Tag und Nacht.
Durchgeströmte Luftmenge	270621 Liter	544243 Liter
Kohlensäure der einströmenden Luft .	0.8544 pro mille	0.8673 pro mille
Kohlensäure der abströmenden Luft .	2.6493 „ „	2.3745 „ „
Wasser der einströmenden Luft . .	6.0187 „ „	6.1515 „ „
Wasser der abströmenden Luft . .	8.0193 „ „	7.5918 „ „
Abgegeb. Kohlensäure	508.1 Grmm.	838.8 Grmm.
Abgegebenes Wasser	566.5 „	925.4 „ = { 875.4 in der Luft 50.0 im Bett
Aus der Luft aufgenommener Sauerstoff	522.9 „	808.0 „

Elemente der Einnahmen und Ausgaben.

		Wasser.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Stickstoff.	Sauerstoff.	Asche.
Einnahmen:							
Fleischextrakt	13.6	4.32	2.65	0.53	1.29	2.20	2.61
Stärke	400.0	63.16	149.68	20.84	—	116.32	—
Zucker	38.1	—	16.04	2.45	—	19.61	—
Schmalz . . .	78.9	—	60.36	9.39	—	9.15	—
Salz	11.9	0.21	—	—	—	—	11.69
Wasser	1408.0	1407.44	—	—	—	—	0.56
Sauerstoff aus der Luft . .	808.0	—	—	—	—	808.0	—
	2758.5	1475.13 = 163.90 H 1311.23 O	228.73	33.21 163.90 197.11	1.29	1005.28 1311.23 2316.51	14.86
Ausgaben:							
Harn	884.3	831.5	8.8	2.95	12.93	14.58	13.54
Koth	90.0	78.2	9.56	1.49	0.50	8.35	1.92
Respiration .	1764.2	925.4	228.8	—	—	610.00	—
	2738.5	1835.1 = 203.90 H 1631.20 O	247.16	4.44 203.90 208.34	13.43	632.93 1631.20 2264.13	15.46
Differenz	+ 20.0	—	— 18.43	— 11.23	— 12.14	+ 52.38	— 0.60

XIII.

Stickstofflose Kost, Ruhe; 2. Tag.

8. Januar Früh 8 Uhr bis 8. Januar Abends 8 Uhr.

Körpergewicht Anfang des Versuchs 71.165
" Ende " " 72.040

Nahrung.

(7. Januar Abends 7 Uhr zum letzten Male gegessen.)

Tag:	Früh 8 Uhr	Fleischextrakt	11.3
		Salz	4.5
		Wasser	496.9
	Vormittag 10 Uhr	Stärke	100.0
		Zucker	9.1
		Schmalz	21.4
		Salz	1.8
		Wasser	55.1
	Mittag 12 Uhr	Stärke	150.0
		Zucker	17.7
		Schmalz	29.2
		Salz	1.7
		Wasser	96.7
		Fleischextrakt	9.4
		Salz	4.3
		Wasser	484.3
		Wasser	381.0
	Abends 7 Uhr	Stärke	150.0
		Zucker	19.4
		Schmalz	19.4
		Salz	1.7
		Wasser	120.3
			2184.6

Ausgaben.

1) Harn.

	Tag.
Harnmenge	662.6
Feste Theile	27.3
Harnstoff	13.7
Harnsäure	0.491
Asche	11.3
Kochsalz	8.58
Schwefelsäure	0.58
Phosphorsäure	1.56

2) **Koth:**

9. Januar Abends 5 Uhr 90.6 = 21.9 trocken.
Elementarzusammensetzung wie XII.

3) **Respiration:**

(Mittlere Temperatur im Versuchsraume 17.8° C.)

	Tag.
Durchgeströmte Luftmenge	273571 Liter
Kohlensäure der einströmenden Luft . .	0.8010 pro mille
Kohlensäure der abströmenden Luft . .	2.6254 „ „
Wasser der einströmenden Luft	6.5922 „ „
Wasser der abströmenden Luft	8.9558 „ „
Abgegebene Kohlensäure	521.9 Grmm.
Abgegebenes Wasser	681.2 „ = {676.2 in der Luft, 5.0 im Bett}
Aus der Luft aufgenommener Sauerstoff .	556.1 „

Die Elemente der Einnahmen und Ausgaben können hier nicht berechnet werden, da bei Abschluss des Versuchs noch unbekannte Massen der Nahrung unverdaut im Darm sich befanden.

XIV.

Morgens und Abends gleiche Kost, Ruhe.

19. December Früh 8 Uhr bis 20. December Früh 8 Uhr.

Körpergewicht	Anfang	des	Versuchs	71.020
„	Mitte	„	„	70.910
„	Ende	„	„	70.730

Nahrung.

(18. December Abends 7 Uhr zum letzten Male gegessen.)

Tag:	Vormittag 9 Uhr	Fleisch	145.8 = 250 frisch
		Schmalz	29.8
		Salz	1.2
		Brod	250.0
		Butter	25.0
		Salz	0.9
		Bier	478.7
		Wasser	448.0
			1379.4

Nacht: Abends 9 Uhr

Fleisch	157.3	= 250 frisch
Schmalz	13.9	
Salz	2.3	
Brod	250.0	
Butter	25.0	
Salz	1.0	
Bier	485.2	
	934.7	
in 24 Stunden	2314.1	

Ausgaben.

1) Harn:

	Tag.	Nacht.	24 Stunden.
Harnmenge	592.6	580.5	1173.1
Harnstoff	18.5	20.3	38.8
Kochsalz	6.04	3.97	10.01

2) Koth:

(19. December Mittag 12 Uhr 277.3 = 68.4 trocken; zu früheren Tagen.)

20. December 113.5 = 26.7 trocken.

Elementarzusammensetzung wie I.

3) Respiration:

(Mittlere Temperatur im Versuchsraum 19.3° C.)

	Nacht.	Tag und Nacht.
Durchgeströmte Luftmenge	267973 Liter	540476 Liter
Kohlensäure der einströmenden Luft	1.0681 pro mille	1.0171 pro mille
Kohlensäure der abströmenden Luft	2.6808 „ „	2.7042 „ „
Wasser der einströmenden Luft	6.5073 „ „	6.4559 „ „
Wasser der abströmenden Luft	8.8616 „ „	8.6169 „ „
Abgegebene Kohlensäure	451.3 Grmm.	932.4 Grmm.
Abgegebenes Wasser	535.9 „ = {660.9 i. d. Luft, 125.0 vom Bett}	1071.1 „ = {1192.1 i.d.Luft, 3.9 im Buch, 125.0 v. Bett}
Aus der Luft aufgenommener Sauerstoff	453.0 „	849.8 „

Elemente der Einnahmen und Ausgaben.

24 Stunden.

		Wasser.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Stickstoff.	Sauerstoff.	Asche.
Einnahmen:							
Fleisch	303.1	182.60	62.60	8.65	17.00	25.75	6.50
Brod	500.0	231 85	121.85	17.30	6.40	111.65	11.05
Bier	963.9	903.94	24.03	4.05	0.63	28.73	2.56
Schmalz . . .	43.7	—	33.43	5.20	—	5.07	—
Butter	50.0	3.52	36.71	5.12	0.55	4.65	—
Salz	5.4	0.10	—	—	—	—	5.30
Wasser. . . .	448.0	447.82	—	—	—	—	0.18
Sauerstoff aus der Luft. .	849.8	—	—	—	—	849.80	—
	3163.9	1769.83	278.62	40.32	24.58	1025.65	25.59
		= 196.6 H		196.60		1573.20	
		1573.2 O		236.92		2598.85	
Ausgaben:							
Harn	1173.1	1103.0	12.00	4.02	18.10	16.02	20.00
Koth	113.5	85.9	12.17	1.82	1.77	6.02	4.92
Respiration .	2003.5	1071.1	254.30	—	—	678.10	—
	3290.1	2260.0	278.47	5.84	19.87	700.14	24.92
		= 251.1 H		251.10		2008.90	
		2008.9 O		256.94		2709.04	
Differenz	— 126.2	—	+ 0.15	— 20.02	+ 4.71	— 110.19	+ 0.67

Tag.

		Wasser.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Stickstoff.	Sauerstoff.	Asche.
Einnahmen:							
Fleisch	145.8	85.50	31.30	4.32	8.50	12.37	3.25
Brod	250.0	115.90	60.92	8.65	3.20	55.82	5.52
Bier	478.7	449.30	11.92	2.01	0.31	14.28	0.13
Schmalz . . .	29.8	—	22.80	3.55	—	3.46	—
Butter	25.0	1.76	18.35	2.56	0.27	2.32	—
Salz	2.1	0.04	—	—	—	—	2.06
Wasser. . . .	448.0	447.80	—	—	—	—	0.18
Sauerstoff aus der Luft . .	396.8	—	—	—	—	396.80	—
	1776.2	1100.30	145.29	21.09	12.28	485.05	11.14
		= 122.2 H		122.20		978.10	
		978.1 O		143.29		1463.15	
Ausgaben:							
Harn	592.6	558.0	6.00	2.01	8.63	8.01	10.00
Koth	56.7	42.9	6.08	0.91	0.88	3.01	2.46
Respiration .	1016.3	535.2	131.20	—	—	349.90	—
	1665.6	1136.1	143.28	2.92	9.51	360.92	12.46
		= 125.1 H		125.10		1011.00	
		1011.0 O		128.02		1371.92	
Differenz	+ 110.6	—	+ 2.01	+ 15.27	+ 2.77	+ 91.23	— 1.32

Nacht.

		Wasser.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Stickstoff.	Sauerstoff.	Asche.
Einnahmen:							
Fleisch	157.3	85.50	31.30	4.32	8.50	12.37	3.25
Brod	250.0	115.90	60.92	8.65	3.20	55.82	5.52
Bier	485.2	454.93	12.08	2.04	0.31	14.45	0.13
Schmalz . . .	13.9	—	10.63	1.65	—	1.61	—
Butter	25.0	1.76	18.35	2.56	0.27	2.32	—
Salz	3.3	0.06	—	—	—	—	3.24
Sauerstoff aus der Luft . .	453.0	—	—	—	—	453.00	—
	1387.7	658.15	133.28	19.22	12.28	539.57	12.14
		= 73.13 H		73.13		585.02	
		585.02 O		92.35		1124.59	
Ausgaben:							
Harn	580.5	545.0	6.00	2.01	9.47	8.01	10.00
Koth	56.7	42.9	6.08	0.91	0.88	3.01	2.46
Respiration .	987.2	535.9	123.10	—	—	328.20	—
	1624.4	1123.8	135.18	2.92	10.35	339.22	12.46
		= 124.8 H		124.80		999.00	
		999.0 O		127.72		1338.22	
Differenz	— 236.7	—	— 1.90	— 35.37	+ 1.93	— 213.63	— 0.32

XV.

Mittlere Kost, Ruhe; Mann II.

30. Januar Früh 9 Uhr bis 31. Januar Früh 9 Uhr.

Körpergewicht	Anfang	des	Versuchs	52.540
„	Mitte	„	„	53.945
„	Ende	„	„	52.880

Nahrung.

(29. Januar Abends 8 Uhr zum letzten Male gegessen.)

Tag: Früh 9 Uhr	Milch	509.6
	Brod	140.0

Vormittag 11 Uhr	Brod	100.0	
	Butter	15.0	
	Salz	0.3	
	Bier	252.4	
Mittag 1 Uhr	Fleisch	94.1	= 150 frisch
	Schmalz	10.6	
	Salz	1.5	
	Brod	70.0	
	Bier	253.6	
	Stärke	70.0	
	Zucker	17.0	
	Schmalz	25.3	
	Wasser	41.4	
Nachmittag 4 Uhr	Brod	70.0	
	Butter	15.0	
	Salz	0.4	
Abends 8 Uhr	Fleisch	57.0	= 100 frisch
	Schmalz	14.6	
	Salz	1.4	
	Brod	70.0	
	Bier	506.7	
	Eiweiss	61.8	= 70 frisch
	Schmalz	8.8	
	Salz	0.7	
		2206.7	

Ausgaben.

1) Harn:

	Tag.	Nacht.	24 Stunden.
Harnmenge	516.0	553.6	1069.6
Feste Theile	31.7	32.2	63.9
Harnstoff	20.0	18.6	38.6
Harnsäure	0.4653	0.4288	0.8941
Kochsalz	5.03	5.13	10.16

2) Koth:

31. Januar 10 Uhr 137.1 = 31.8 trocken.
Elementarzusammensetzung wie I.

3) Respiration:
(Mittlere Temperatur im Versuchsraume 14.0° C.)

	Tag.	Tag und Nacht.
Durchgeströmte Luftmenge	265254 Liter	534445 Liter
Kohlensäure der einströmenden Luft .	0.7997 pro mille	0.8665 pro mille
Kohlensäure der abströmenden Luft .	2.2254 „ „	2.1382 „ „
Wasser der einströmenden Luft . .	6.7478 „ „	6.6666 „ „
Wasser der abströmenden Luft . .	8.4143 „ „	8.1780 „ „
Abgegeb. Kohlensäure	396.1 Grmm.	695.2 Grmm.
Abgegebenes Wasser	468.9 „ = {462.5 i. d. Luft; 6.4 im Buch}	902.6 „ = {826.2 i. d. Luft; 6.4 im Buch; 70.0 im Bett}
Aus d. Luft aufgenommener Sauerstoff .	379.3 „	600.7 „

Elemente der Einnahmen und Ausgaben.

		Wasser.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Stickstoff.	Sauerstoff.	Asche.
Einnahmen:							
Fleisch	151.1	90.85	31.3	4.30	8.50	12.90	3.20
Eiweiss . . .	61.8	52.48	5.0	0.7	1.35	2.0	0.3
Brod	450.0	208.60	109.6	15.6	5.77	100.5	9.9
Milch	509.6	443.76	35.93	5.61	3.21	17.33	3.72
Bier	1012.7	949.71	25.25	4.25	0.66	30.19	2.69
Schmalz . . .	58.8	—	44.98	7.0	—	6.80	—
Butter	30.0	2.10	22.00	3.10	0.03	2.80	—
Stärke	70.0	11.00	26.1	3.9	—	29.0	—
Zucker	17.0	—	7.2	1.1	—	8.7	—
Salz	4.3	0.08	—	—	—	—	4.22
Wasser	41.4	41.38	—	—	—	—	0.02
Sauerstoff aus der Luft . .	600.7	—	—	—	—	600.7	—
	3007.4	1799.96	307.36	45.46	19.52	810.92	24.05
		= 199.9 H		199.90		1600.00	
		1600.0 O		245.86		2410.92	
Ausgaben:							
Harn	1069.6	1005.7	12.70	2.80	18.03	12.37	18.0
Koth	137.1	105.3	14.58	2.17	2.12	7.71	5.9
Respiration .	1597.8	902.6	189.6	—	—	505.60	—
	2804.5	2013.6	216.88	4.97	20.15	525.68	23.90
		= 223.70 H		223.70		1789.90	
		1789.9 O		228.67		2315.58	
Differenz .	+ 202.9	—	+ 90.48	+ 16.69	— 0.63	+ 95.34	+ 0.15

Betrachtung der 24stündigen Versuche beim Hunger und Ruhe.

Wir beginnen mit der Beschreibung der Zersetzungen bei Hunger und ruhendem Körper, um das einfachste Bild der Art und Grösse derselben zu erhalten, denn die Zufuhr der Nahrung complicirt wesentlich durch Einführung anderer Bedingungen, die Erscheinungen. Bei den Hungerversuchen 1 und 3 nahm der Mann mit Ausnahme von Wasser, das mit etwas eiweissfreiem Fleischextrakt und Salz schmackhafter gemacht war, und Sauerstoff aus der Luft keine Nahrung zu sich; die letzte Mahlzeit, die alle Male aus 1 Portion Kalbsbraten und $^1/_2$ Maass Bier bestand, wurde 12 Stunden vor dem Beginn des Versuchs gehalten. Dem Versuch Nr. 3 ging der 12stündige Versuch Nr. 2 vorher, bei dem der Mann gleich nach Verzehrung seines Nachtmahles in den Apparat kam, um auch den Uebergang in den Zustand des Fastens zu beobachten. Das Befinden während der 36stündigen Nahrungsentziehung war ein völlig normales und es hätte wohl, nach der Versicherung des Hungernden, ein noch längeres Fasten ertragen werden können.

Im Hunger lebte der Mensch von seinem eigenen Körper; er gab die Zersetzungsprodukte desselben durch Nieren, Haut und Lunge ab und verlor dadurch ansehnlich an Gewicht, im Versuch Nr. 1 um 930 Grmm., im Versuch Nr. 3 um 660 Grmm.

Zur Bestimmung, welchen Antheil die Körperbestandtheile an diesem Gewichtsverlust genommen haben, benützen wir zuerst die Stickstoffmenge des Harns zur Berechnung der umgesetzten eiweissartigen Substanzen. Die Quantität der im Harn enthaltenen festen Theile ist in den beiden Versuchen nicht sehr verschieden, wesentlich ungleich ist nur die Wassermenge des Harns, die im Versuch Nr. 2 viel bedeutender ausfiel und die auch der Hauptgrund für die grössere Gewichtsabnahme in diesem Versuche ist.

Nach Abzug des Stickstoffs der Einnahmen bleiben im Versuch Nro. 1 noch 11.33 Grmm. Stickstoff übrig, die von zerstörtem Eiweiss oder Fleisch herrühren; sie sind in 333 Grmm. frischem Fleische enthalten.

Im Versuch Nro. 3 behalten wir als Rest 10.96 Grmm. Stickstoff, die 322 Grmm. frischem Fleisch entsprechen. Ranke zersetzte

bei gleichem Körpergewichte im Tag nur 262 Grmm. Fleisch; derselbe hatte durchschnittlich 19 Stunden vor dem Versuche die letzte Nahrung genommen und enthält, wie wir Grund haben anzunehmen, im Verhältniss zum Fleisch mehr Fett am Körper als unser robuster Arbeiter. Die Gesammtmenge des in der Respiration abgegebenen Wassers und der Kohlensäure ist in beiden Versuchen sehr wenig verschieden; in Nro. 1 sind 201 Grmm. Kohlenstoff, in Nro. 3 190 Grmm. in Form von Kohlensäure entfernt worden; Ranke fand an sich 181 Grmm.

Die Differenz der Elemente der Einnahmen und Ausgaben ergibt uns das, was der Körper von sich zugelegt hat; es bleiben übrig an:

		C	H	N	O	Asche.
Nro. 1.	Verbrauch	207.1	106.5	11.3	603.0	2.1
	— 333 Fleisch	41.7	5.8	11.3	17.1	4.3
	Rest	— 165.4	— 100.7	0	— 585.9	+ 2.2
	216 Fett	165.4	25.7		25.1	
		0	75.0		560.8	
Nro. 3.	Verbrauch	195.1	77.5	11.0	377.9	2.9
	— 322 Fleisch	40.3	5.6	11.0	16.6	4.2
	Rest	— 154.8	— 71.9	0	— 361.3	+ 1.3
	202 Fett	154.8	24.0		23.4	
		0	47.9		337.9	

Es frägt sich, worin der Rest besteht, der nach Abzug des aus dem Stickstoff des Harns gerechneten verbrannten Fleischs bleibt. Derselbe wird wohl unzweifelhaft zum grössten Theil von zersetztem Fett herrühren, da es eine allgemeine Erfahrung ist, dass hungernde Organismen nach und nach alles Fett verlieren; ob aber neben eiweissartiger Substanz nur Fett oxydirt wird und daneben nicht noch irgend ein Stoff von anderer Zusammensetzung, das ist nicht von vornherein zu entscheiden.

Berechnet man den übrig bleibenden Kohlenstoff auf Fett, so erhält man für Nro. 1 216 und für Nro. 3 202 Grmm. Fett. Wir

behalten dann nach obiger Tabelle in Nro. 1 75 H und 561 O, in Nro. 3 48 H und 338 O, die, wenn neben Fleisch in der That nur Fett angegriffen worden ist, Wasser sein d. h. zu Wasser sich ergänzen müssen. Aus dem Wasserstoff rechnen sich für Nro. 1 601 O, für Nro. 3 383 O; die Uebereinstimmung ist so gross, dass unmöglich ansehnliche Mengen anderer Stoffe neben Fleisch und Fett zerstört worden sein können.

Wir können aber die Rechnung noch auf eine andere Weise anstellen. Da die eiweissartigen Substanzen erst dann der weiteren Oxydation unterliegen, nachdem sich der Stickstoff fast lediglich in der Form von Harnstoff abgetrennt hat, so lässt sich rechnen, wie viel von ihnen nach Abzug der Elemente des Harns zur Verbrennung bleibt. Um was mehr Kohlenstoff in der Respiration in der Form von Kohlensäure austritt, als die der Zersetzung anheimgefallene stickstoffhaltige Substanz liefern kann, das muss von stickstofffreien Stoffen des Körpers stammen. Da nun verschieden zusammengesetzte stickstoffhaltige Substanzen (z. B. Leim oder Eiweiss) und verschiedene stickstofflose (z. B. Fett oder Kohlehydrate) ungleiche Mengen Sauerstoff zur Verbrennung in Kohlensäure und Wasser brauchen, so lässt sich entscheiden, mit welchen Stoffen die thatsächlich aufgenommene Sauerstoffmenge am nächsten übereinstimmt. Führen wir in unsern Beispielen die Rechnung aus, so haben wir:

		im Fleisch		im Harn		im Fett		zu oxydiren	O von Aussen nöthig
Nro. 1.	C	41.7	—	8.2	+	165.4	=	198.9	530.4
	H	5.8	—	2.0	+	25.7	=	29.5	235.7
	O	17.1	—	7.6	+	25.1	=	34.6	—
									766.1
									— 34.6
									731.5 O
								bestimmt	779.9 O
Nro. 3	C	40.3	—	8.0	+	154.7	=	187.0	498.7
	H	5.6	—	1.8	+	24.0	=	27.8	222.5
	O	16.6	—	7.5	+	23.4	=	32.5	—
									721.2
									— 32.5
									688.70 O
								bestimmt	742.6 O

Wir erhalten darnach in Nro. 1 eine Differenz von 48.4 Grmm. Sauerstoff = 6 % und in Nro. 3 von 53.9 Grmm. = 7 %. Es ist also nur die Annahme gerechtfertigt, dass der Hungernde von Fleisch und von Fett seines Körpers zehrt.

In beiden Fällen wurde eine etwas grössere Sauerstoffaufnahme in den Körper bestimmt, als die verbrannten Stoffe zur Verbrennung nöthig haben; darum ergänzt sich auch das nach Abzug des zerstörten Fleisches und Fettes bleibende Residuum nicht zu Wasser, sondern es bleibt wegen der zu grossen in den Einnahmen erscheinenden Sauerstoffmenge zu wenig Sauerstoff übrig. Das Plus von 6—7 % könnte sehr wohl von einem Versuchsfehler herrühren, da es in die Fehlerquellen fällt; oder es könnte neben Fleisch und Fett noch eine kleine Menge anderer Substanz oxydirt worden sein; oder es könnte endlich dieser Theil des aufgenommenen Sauerstoffs nicht zu Oxydationen verbraucht, sondern auf irgend eine Weise im Körper verdichtet zurückgehalten worden sein; wir halten die letztere Ansicht für die wahrscheinlichste, da wir beim Hunde beobachtet haben, dass in den ersten Hungertagen genau so viel Sauerstoff aufgenommen wird, als das zerstörte Fleisch und Fett zur Verbrennung brauchen, später aber immer mehr.

Auch die Verhältnisszahlen, welche ausdrücken, wie viel von 100 aus der Luft aufgenommenem Sauerstoff in der ausgeschiedenen Kohlensäure enthalten ist, lassen auf das Gleiche schliessen. Regnault und Reiset[1]) fanden für hungernde Kaninchen in Versuch Nro. 21 die Zahl 67, in Nro. 23 70, für einen hungernden Hund (Nro. 37) 72 und beim gleichen Hunde in Nro. 38, nachdem er nach 60stündigem Hunger nur mit Fett gefüttert worden war, die Zahl 69. Unser hungernder Mensch zeigt die Zahlen 69 und 68. Diese Zahlen sind merkwürdig, weil sie etwas niedriger sind, als sie der Rechnung nach sein sollten, wenn man annimmt, dass im Hunger nur Fleisch und Fett des Körpers verbrennen. Bei Verbrennung von Fett allein sollte die Verhältnisszahl 72, bei Verbrennung von Fleisch allein 82 sein; sie sollte also, da das Mittel aus beiden Zahlen 77 ist, eigentlich mindestens immer höher als 72 sein, angenommen, dass

[1]) Regnault und Reiset, Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 74 S. 257.

nie mehr Sauerstoff aufgenommen würde, als zur Verbrennung nothwendig ist. Bei Versuchen am Hunde fanden wir am 6. Hungertage die Verhältnisszahl 74, am 10. Hungertage sogar 52. Die Resultate weisen constant darauf hin, dass der hungernde Organismus stets mehr Sauerstoff in sich aufnimmt, als zur Verbrennung von Fett und Eiweiss nöthig wäre; ein Theil des Sauerstoffs kann sich auch nicht mit andern Stoffen z. B. Zucker verbunden haben, da diese alle umgekehrt weniger Sauerstoff zur Verbrennung erfordern, als Fett.

Nehmen wir einmal an, es liefere nach Abzug des Fleisches nicht Fett, sondern Traubenzucker oder glycogene Substanz den Kohlenstoff für die Respiration, so wären in Nro. 1 413 und in Nro. 3 387 Grmm. Traubenzucker verbrannt worden und wir erhielten:

		im Fleisch		im Harn		im Zucker		zu oxydiren	O von Aussen nöthig
Nro. 1.	C	41.7	—	8.2	+	165.4	=	198.9	530
	H	5.8	—	2.0	+	27.5	=	31.3	250
	O	17.1	—	7.6	+	220.3	=	229.8	—
									780
									— 230
									550 O
								bestimmt	780 O
Nro. 3.	C	40.3	—	8.0	+	154.7	=	187.0	499
	H	5.6	—	1.8	+	25.8	=	29.5	236
	O	16.6	—	7.5	+	206.4	=	215.5	—
									735
									— 215
									520 O
								bestimmt	743 O

Es stimmt also bei dieser Annahme die zur Verbrennung nöthige berechnete Sauerstoffmenge mit der wirklich aufgenommenen auf 230 und 223 Grmm. (29 und 30%) nicht überein, daher dieselbe unzulässig ist. Der Mensch lebt am ersten Hungertage auf Kosten von

	Nro. 1.	Nro. 3.
(Fleisch trocken . . .	80	78)
Fleisch frisch . . .	333	322
Fett	216	202
Wasser	636	386
	932	666

Die Stickstoffmenge des Zerstörten verhält sich zum Kohlenstoff wie 1:18. Vom verbrauchten Kohlenstoff erscheinen 4 % im Harn, 96 % in der Respiration.

Obige Menge des zerstörten trockenen Fleisches ist im Körper mit 253 und 244 Grmm. Wasser verbunden; da der Körper aber mehr Wasser verliert, so wird er beim Hunger absolut und auch relativ ärmer an Wasser; der Verlust beträgt 383 und 142 Grmm. Das Wasser wird durch die Nieren, die Haut und die Lungen entfernt und zwar im Harn etwas mehr als durch die Perspiration, durch den Harn im Mittel 55 %, durch die Perspiration 45 %. Der Versuch 3 zeigt durchgängig etwas niederere Zahlen als der Versuch 1, wahrscheinlich weil der Mann von dem ersten Hunger, der nur 24 Stunden vorher fiel, sich noch nicht ganz erholt hatte.

Die Aschenmenge, welche nach Abzug der Einnahmen noch übrig bleibt, ist in beiden Versuchen etwas kleiner (1—2 Grmm.) als in dem zersetzten Fleische enthalten ist, woraus hervorgeht, dass der Körper von der reichlichen Salzmenge der Fleischextraktsuppe etwas zurückbehalten hat.

Wir haben, um ein Bild von dem allmählichen Uebergang in den eigentlichen Hungerzustand zu erhalten, vor dem Versuch 3 den 12stündigen Nachtversuch 2 gemacht, vor welchem direkt die letzte Mahlzeit eingenommen worden war. Es stellen sich die Ergebnisse der drei aufeinander kommenden 12stündigen Abschnitte wie folgt:

	Nacht.	Tag.	Nacht.
Harnstoff	14.7	14.4	11.9
Kohlensäure . . .	360	379	316
Sauerstoff	339	420	323

Die Harnstoffmenge sinkt allmählich; die der Kohlensäure und des Sauerstoffs nimmt auch ab, nachdem sie unter Tags, offenbar durch die stärkere Bewegung des Körpers, eine Steigerung erfahren haben.

Schon früher hat der eine von uns[1]) die Eiweissumsetzung eines hungernden Hundes von 33 Kilo Gewicht mit der des 71 Kilo schweren Menschen verglichen. Der Hund entleert in den ersten Tagen des Hungers je nach dem vorausgehenden Körperzustande die verschiedensten Mengen von Harnstoff, 14—60 Grmm. (am ersten Tage nach gemischter Kost etwa 15 Grmm.), erst später täglich etwa 12 Grmm. Der viel schwerere Mensch zersetzt nicht entsprechend seinem Körpergewicht mehr, sondern verhältnissmässig weniger; der Hund liefert am ersten Hungertage auf 1 Kilo mindestens 0.45 Grmm. Harnstoff, Ranke 0.27, unser Arbeiter 0.33 Grmm. Es wurde daraus geschlossen, dass eine doppelt so grosse Eiweissmasse am Körper nicht einen doppelten Umsatz an Eiweiss bedingt, sondern dass bei grösserer Quantität desselben stets ein kleinerer Bruchtheil den Einflüssen, welche die Zerstörung bedingen, verfällt. Es kann diese auffallende Erscheinung zum Theil auf dem verhältnissmässig grösseren Fettreichthum des Menschen beruhen, jedoch ist sie nicht ganz daraus zu erklären. Der verhältnissmässig geringere Umsatz bei grösserer Eiweissmenge am Körper hängt nämlich innig zusammen mit der zur Erhaltung nöthigen verhältnissmässig geringeren Nahrungszufuhr und den verhältnissmässig kleineren Leistungen grösserer Organismen in Hervorbringung von mechanischer Arbeit und in Produktion von Wärme. Es muss, wie am angegebenen Orte auseinander gesetzt worden ist, ein kleinerer Organismus im Verhältniss zum Organeiweiss in den ersten Tagen mehr von dem der Zersetzung in viel höherem Grade anheimfallenden Vorrathseiweiss einschliessen als ein grösserer, und es muss ein ähnlicher Unterschied zwischen einem fleisch- und pflanzenfressenden Organismus bestehen; der Mensch enthält am ersten Hungertage auf die gleiche Menge Organeiweiss weniger Vorrathseiweiss als der fleischfressende Hund, darum setzt der letztere bei Inanition anfangs verhältnissmässig mehr um als der Mensch. Später wenn der Vorrath aufgezehrt ist, tritt eine Ausgleichung ein.

Wir[2]) besitzen eine Bestimmung der von einem Hunde am

[1]) Voit, diese Zeitschr. 1866 Bd. 2 S. 348.

[2]) Pettenkofer u. Voit, Annal. der Chem. u. Pharmaz. 2. Suppl.-Bd. S. 62.

6. Hungertage ausgeschiedenen Kohlensäure, des Harnstoffs und des aufgenommenen Sauerstoffs; stellen wir diese mit den beim Menschen am ersten Hungertage gefundenen mittleren Werthen zusammen, so zeigt sich, dass eine Einheit Mensch sich am ersten Hungertage nahezu schon so verhält, wie eine Einheit Hund am sechsten.

	Körpergewicht.	Harnstoff.	Kohlensäure.	Sauerstoff.
Hund	30.9	12.8	366	357
Mensch	70.5	23.5	716	761
Hund	1	0.41	12	11
Mensch	1	0.33	10	11

Am ersten Tage der Inanition aber nimmt der Hund, sowie er wegen der grössern Menge Vorrathseiweiss mehr Eiweiss zersetzt, auch verhältnissmässig mehr Sauerstoff auf und liefert mehr Kohlensäure als der Mensch.

Betrachtung der 24stündigen Versuche bei mittlerer Kost und Ruhe.

Wir haben 4 Versuche (Nr. 5, 6, 7 und 15) bei der gleichen mittleren Kost bei ruhendem Körper angestellt, die 3 ersten an dem kräftigen Arbeiter, den letzten an einem schlecht genährten nur 53 Kilo schweren Schneider. Die Kost ist eine aus Eiweiss, Fetten und Kohlehydraten gemischte und zwar der Art, wie sie ein Mensch gewöhnlich geniesst und mit der er ausreicht. Es sind darin enthalten

137 Grmm. trockene eiweissartige Substanz
117 „ Fett
352 „ Kohlehydrate

und es verhält sich darin der Stickstoff zum Kohlenstoff wie 1 : 16, oder auf 10 Theile stickstoffhaltige kommen 46 Theile stickstofffreie. Beim Hunger verhält sich im Zerstörten der Stickstoff zum Kohlenstoff wie 1 : 18 oder auf 10 Theile stickstoffhaltige kommen 64 Theile stickstofffreie.

Dies ist die Nahrung, welche ein erwachsener arbeitender Mensch im Durchschnitt zu sich nimmt; der eine von uns (V.) hat vor Jahren einen Aufsatz für die Militärverwaltung geschrieben, den er bei einer andern Gelegenheit veröffentlichen wird und in dem er an der Hand von vielen Erfahrungen das für einen Mann nöthige Nahrungsquantum festsetzte; es wurde damals für den Tag angenommen:

148 Grmm. trockene eiweissartige Substanz
103 „ Fett
378 „ Kohlehydrate.

Artmann stellt folgenden Satz auf:

136 Grmm. trockene eiweissartige Substanz
104 „ Fett
465 „ Kohlehydrate.

So viel ist sicher, dass das gegebene Maass der Nahrung nicht erheblich von der mittleren eines leistungskräftigen Körpers abweicht; schon am ersten Hungertage aber wird ganz ansehnlich weniger umgesetzt, nämlich nur 79 trockene eiweissartige Substanz und 209 Fett, während bei ausreichender Nahrung, wenn man die Kohlehydrate (nach dem Verhältniss 2.4 : 1) auf Fett umrechnet, 137 Eiweiss und 264 Fett täglich verbraucht werden. Es giebt also auch beim Menschen so wenig wie beim Hunde der Hungerzustand ein Maass für die zum Leben nothwendige Zufuhr.

Die Resultate der 3 ersten Versuche (Nr. 5, 6 und 7), die wir zusammen betrachten, sind bis auf Kleinigkeiten gleich. Der Körper hat in der That beinahe so viel ausgeschieden als in der Nahrung zugeführt worden war, er befand sich im Stickstoff- und nahezu im Kohlenstoffgleichgewicht und man muss annehmen, dass wirklich gerade die Bestandtheile der Nahrung in ihre einfacheren Produkte zerlegt worden sind. Im Versuch 5 behalten wir noch einen Kohlenstoffrest von 40 Grmm., im Versuch 6 von 13 Grmm. und im Versuch 7 von 15 Grmm., der im Körper in irgend einem Stoffe zurückbleibt. Es liegt am nächsten an einen Fettansatz zu denken; drücken wir den überbleibenden Kohlenstoff in Fett aus, so kann, wenn nichts anderes verbrannt worden ist und der aus der Luft aufgenommene Sauerstoff eben zur Verbrennung hingereicht hat, als Rest nur so viel Wasserstoff und Sauerstoff bleiben, dass beide mit einander

Wasser bilden. Wir haben als Differenz der Einnahmen und Ausgaben:

		C	H	O
Nro. 5.	Differenz	+ 39.8	+ 22.7	+ 82.7
	+ 52 Fett	39.8	6.2	6.0
		0	+ 16.5	+ 76.7
				soll 132.0
Nro. 6.	Differenz	+ 13.1	+ 61.3	+ 595.8
	+ 17 Fett	13.1	2.0	2.0
		0	+ 59.3	+ 593.8
				soll 474.4
Nro. 7.	Differenz	+ 14.6	— 20.6	— 95.2
	+ 19 Fett	14.6	2.3	2.2
		0	— 22.9	— 97.4
				soll 183.2

Da sich der Rest nicht völlig zu Wasser ergänzt (es bleibt eine Differenz von 55, 119 und 86 Grmm.), so ist es möglich, dass ebenso wie beim Hunger mehr oder weniger Sauerstoff in den Körper eingenommen worden ist als zur Verbrennung nöthig war, oder dass Fehler in der Sauerstoffbestimmung vorliegen. Wir können auch hier der Sache näher auf den Grund sehen, wenn wir berechnen, wie viel Sauerstoff nöthig ist, um den Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff der Einnahmen, nach Abzug der Elemente des Harns und Koths und des angesetzten Fettes, in Kohlensäure und Wasser zu verwandeln und wieviel wirklich aufgenommen worden ist.

		von der Nahrung		im Harn u. Koth		vom Fett		zu oxydiren	O von Aussen nöthig
Nro. 5.	C	315.5	—	27.1	—	39.8	=	248.6	664
	H	270.9	—	4.9	—	6.2	=	259.8	2078
	O	2003.9	—	20.9	—	6.0	=	1977.0	—
									2742
									— 1977
									765 O
								bestimmt	709 O

		von der Nahrung		im Harn u. Koth		vom Fett		zu oxydiren	O von Aussen nöthig
Nro. 6.	C	301.1	—	30.8	—	13.1	=	257.2	686
	H	309.7	—	5.5	—	2.0	=	302.2	2417
	O	2329.6	—	22.7	—	2.0	=	2304.9	—
									3103
									— 2305
									798 O
								bestimmt	919 O
Nro. 7.	C	298.9	—	30.6	—	14.6	=	253.7	676
	H	250.1	—	5.4	—	2.3	=	242.4	1939
	O	1856.1	—	19.4	—	2.2	=	1834.5	—
									2615
									— 1834
									781 O
								bestimmt	867 O

Die Differenz in der Quantität des aufgenommenen und des zur Verbrennung von Fleisch und Fett nöthigen Sauerstoffs beträgt 8, 13 und 10⁰/₀. Nimmt man an, dass Kohlehydrate oder andere bekannte Stoffe statt Fett verbrennen, so würde dies nur in Versuch 5 zu einer grössern Uebereinstimmung führen. Will man die Unterschiede nicht als Fehler betrachten, so sind in Nr. 5 56 Grmm. Sauerstoff vom Körper hergegeben, in Nr. 6 aber umgekehrt 121 Grmm. und in Nr. 7 86 Grmm. zurückgehalten worden.

Der Mensch hat bei der mittleren Kost in seinem Körper wirklich zerstört:

137 Grmm. trockene eiweissartige Substanz = 568 Fleisch
72 „ Fett
352 „ Kohlehydrate.

Trotz der gleichen Menge fester Bestandtheile in der Nahrung, und trotzdem dass sich der Körper nahezu auf dem ursprünglichen Bestand derselben erhält, ist das Körpergewicht ziemlichen Schwankungen unterworfen; in Versuch 5 zeigt sich eine Reinzunahme von 145 Grmm., in Versuch 6 eine Zunahme von 668 Grmm. und in Versuch 7 eine Abnahme von 106 Grmm. Dies ist hervorgerufen durch die ungleiche Wasseraufnahme und Wasserausscheidung, denn wir haben in Nr. 5 eine Wasseraufnahme von 2016 Grmm.,

in Nr. 6 von 2386, in Nr. 7 von 1852 Grmm.; in Nr. 5 wird der Körper bei gleicher Aufnahme fester Substanz um 93 Grmm. und in Nr. 6 um 651 Grmm. an Wasser reicher, in Nr. 7 aber um 125 Grmm. ärmer. Aus dem Körpergewicht kann man also nicht schliessen, ob eine Nahrung die festen Bestandtheile des Körpers erhält; eine Reduktion des Bedarfs und Verbrauchs auf das Körpergewicht als Einheit ist unsinnig, da das Körpergewicht keine Einheit ist.

Die procentige Zusammensetzung des Harns nach Abzug der Asche ist bei der complicirten Nahrung doch nahezu die gleiche wie bei Entziehung der Nahrung (S. 471). Die Qualität der Stoffe im Harn ist unabhängig von der Art des Zersetzten; es gehen von der zersetzten Masse nur ganz bestimmte Stoffe in den Harn über, sowie wir auch in der Perspiration immer dieselben Gase finden.

Vom ausgeschiedenen Wasser treffen im Mittel auf den Harn 54%, auf den Koth 5%, auf die Perspiration 41%; beim Hunger fanden wir für den Harn 55%, für Haut und Lungen 45%; es ändert sich also das Verhältniss nicht. Absolut wird aber bei mittlerer Kost mehr Wasser durch die Perspiration (931 Grmm.) abgegeben als bei dem Hunger (822 Grmm.). Das Wasser, welches durch Haut und Lungen entfernt wird, verhält sich seiner Menge nach ähnlich wie die Kohlensäure; man sieht durchschnittlich bei denjenigen Versuchen, bei welchen mehr Kohlensäure erscheint, auch mehr Wasser auftreten. Es ist aber klar, dass die beiden nicht immer genau proportional gehen müssen, da zwei Organe, die Haut und die Lungen, sich in sehr ungleichem Maasse an der Erzeugung von Kohlensäure und Wasser betheiligen und auf die Ausscheidung des Wassers die Temperatur und Feuchtigkeit der umgebenden Luft von Einfluss ist, aber nicht auf die der Kohlensäure; in Nr. 5 verhält sich z. B. die Kohlensäuremenge zu der des Wassers wie 100:91, in Nr. 6 wie 100:107.

Vergleicht man die in 24 Stunden verbrauchte Menge Kohlenstoff beim Hunger und bei mittlerer Kost, so lässt sich allerdings nicht verkennen, dass unter sonst gleichen Verhältnissen die beim Hunger (201 Grmm.) kleiner ist als bei der Nahrungsaufnahme (283 Grmm.). Es war wohl ein Unterschied vorauszusehen, aber wir gestehen, dass wir ihn grösser erwartet haben. Es werden

bei Erhaltung des Körpers nur um 29% Kohlenstoff, aber 42% Stickstoff mehr verbraucht als beim Hunger. Die Menge des verbrauchten Stickstoffs verhält sich zu der des Kohlenstoffs bei Hunger 1 : 18, bei mittlerer Kost wie 1 : 14; es wird also bei letzterer im Verhältniss etwas mehr stickstoffhaltige Substanz umgesetzt. Vom unbrauchbar gewordenen Kohlenstoff werden im Harn 4%, im Koth 6% und in der Respiration 90% entfernt.

Die Menge des durch Haut und Lungen in Form von Kohlensäure exspirirten Kohlenstoffs ist nicht so gross als man früher aus der Quantität der Speisen bestimmen wollte; wir finden im Mittel bei ausreichender Kost 253 Grmm. Kohlenstoff, während Liebig 464 Grmm. und Barral 335 Grmm. angaben.

Im Ganzen ähnlich wie die Kohlensäure verhält sich auch der aufgenommene Sauerstoff; er beträgt im Mittel beim Hunger 761 Grmm., bei der Nahrungszufuhr 832, im letztern Zustande also um 116 Grmm. (8%) mehr, d. h. es wird im Hunger im Verhältniss zur Kohlensäureausscheidung mehr Sauerstoff aufgenommen als bei mittlerer Nahrung; in der That verhält sich die Kohlensäuremenge zu der des Sauerstoffs beim Hunger wie 100 : 106, bei Nahrung wie 100 : 90. Dies erklärt sich leicht aus dem Gehalte der mittleren Kost an Kohlehydraten, während beim Hunger der Mann nur von Fleisch und Fett seines Körpers lebt, in welchem Falle die Erzeugung einer gleichen Menge Kohlensäure eine viel grössere Sauerstoffmenge erfordert, als wenn die Kohlensäure zum Theil aus Kohlehydraten stammt, die schon ursprünglich mehr Sauerstoff enthalten.

Berechnet man die Kohlehydrate auf ihren Werth als Fett, so hätte der 71 Kilo schwere Mensch 568 Fleisch und 219 Fett zur Erhaltung nöthig, während der 33 Kilo schwere fleischfressende Hund mindestens 450 Grmm. Fleisch und 100 Grmm. Fett bedarf; der Kohlenstoffverbrauch ist in ersterm Fall 283 Grmm., in letzterm 123 Grmm.; der des Sauerstoffs in ersterm 832 Grmm., in letzterm 287 Grmm. Während sich also der Kohlenstoffbedarf beim halb so schweren Hunde gegenüber dem beim Menschen wie 100 : 230 verhält, der des Sauerstoffs wie 100 : 290, ist der Fleischverbrauch merkwürdiger Weise kaum verschieden (100 : 126).

Von grösstem Interesse ist der Versuch Nr. 15, bei dem der

schlecht genährte, nur 53 Kilo schwere Mann II genau die gleiche mittlere Kost verzehrte wie der kräftige Mann Nr. I, welcher dadurch nahezu auf seinem Bestande blieb.

Die Menge der Harnbestandtheile und des umgesetzten Fleisches ist in beiden Fällen genau die gleiche; der schlecht genährte Mann konnte aber weder dieselbe Menge Sauerstoff aufnehmen, noch dieselbe Menge Kohlensäure erzeugen. Die vom Mann I absorbirte Sauerstoffmenge beträgt im Mittel 832 Grmm., die vom Mann II nur 601 Grmm.; die vom Mann I ausgeschiedene Kohlensäure 928 Grmm., die vom Mann II 695. Die Sauerstoffaufnahme von I verhält sich zu der von II wie 100 : 74, die Kohlensäureabgabe gleichfalls wie 100 : 74. Der Mann II setzte 118 Grmm. Fett an, der Mann I bei gleicher Nahrung im Mittel nur 29 Grmm. Betrachtet man bei II die Differenz der Einnahmen und Ausgaben, so erhält man:

	C	H	O
Differenz	+ 90.5	+ 16.7	+ 95.3
+ 118 Fett	90.5	14.0	13.7
	0	+ 2.7	+ 81.6
			soll 21.6

Die Berechnung des für die Verbrennung der zerstörten Stoffe nöthigen Sauerstoffs ergiebt:

	von der Nahrung		im Harn u. Koth		vom Fett		zu oxydiren	O von Aussen nöthig
C	307.4	—	27.3	—	90.5	=	189.6	506
H	245.4	—	5.0	—	14.0	=	226.4	1811
O	1810.2	—	20.1	—	13.7	=	1776.4	—
								2317
								— 1776
								541 O
							bestimmt	601 O

Rechnung und Versuch stimmen hier also auf 9% überein.

Daraus ersieht man, dass die Sauerstoffaufnahme und die Möglichkeit einer gesteigerten Oxydation nicht direkt an eine an

Fett oder Eiweiss reiche Nahrung gebunden ist, denn in unsern Versuchen zeigt sich trotz der gleichen Nahrung bei verschiedenen Menschen ein ganz ungleicher Erfolg. Dies kann nur vom Körperzustand abhängig sein, auf dessen Bedeutung für die Eiweisszersetzung der eine von uns[1]) schon früher aufmerksam gemacht hat. Der Mann I ist ein kräftiger eiweissreicher, 71 Kilo schwerer Arbeiter, der Mann II ein herabgekommener, 53 Kilo schwerer Schneider; die Sauerstoffaufnahme ist vom Eiweissgehalt des Körpers und nicht der Nahrung abhängig. Wenn aber die reichliche Nahrung bei fortgesetztem Gebrauche den Körperzustand nach und nach gebessert und zu dem des kräftigen Mannes erhoben hat, so wird dann die gleiche Sauerstoffaufnahme, Zerstörung und Leistung stattfinden können. Der Gang der Eiweisszersetzung aber richtet sich vor Allem nach der Eiweissmenge der Nahrung, die zu dem grösstentheils unter die Bedingungen der Zerstörung gerathenden Vorrathseiweiss beiträgt; die Sauerstoffaufnahme nach dem Stand des Organeiweisses, das in viel geringerm Grade der Verbrennung unterliegt; denn wir sehen trotz gleicher Eiweisszersetzung der beiden Organismen eine sehr verschiedene Sauerstoffaufnahme.

Unser Versuch zeigt endlich auch die Unrichtigkeit der Ranke'schen Annahme, dass wenn ebensoviel Stickstoff in den Exkreten aufzufinden ist, als in der Nahrung gegeben wurde, d. h. Stickstoffgleichgewicht besteht, dann auch der Kohlenstoff der Exkrete genau dem der eingeführten Nahrung entspricht, also auch Kohlenstoffgleichgewicht vorhanden ist und dass erst dann Stickstoffgleichgewicht eintritt, wenn das im Kohlenstoff sich hergestellt hat; bei unseren Versuchen mit der gleichen Kost an verschiedenen Individuen bestand wohl Stickstoff- aber nicht Kohlenstoffgleichgewicht.

Betrachtung der 24stündigen Versuche bei eiweissreicher und eiweissfreier Kost und Ruhe.

Der Mann erhielt während 3 Tagen die gleiche an Eiweiss reiche Nahrung; am ersten und dritten Tage wurden (Versuch 10

---

[1]) Voit, diese Zeitschrift 1866. Bd. II.

und 11) die gasförmigen Ausgaben bestimmt, am zweiten nur die durch Harn und Koth.

Die Kost war so zusammengesetzt, dass sie

300 Grmm. trockene eiweissartige Substanz
123 „ Fett
399 „ Kohlehydrate

enthielt; also nur wenig Fett und Kohlehydrate mehr wie bei der mittleren Nahrung, aber 2.2 mal so viel Eiweiss. Der Stickstoff verhält sich darin zum Kohlenstoff wie 1:10, oder auf 10 Theile stickstoffhaltige kommen 23 Theile stickstofffreie.

Bei der eiweissreichen Kost wird, wie auch beim Hunde beobachtet worden, mehr Eiweiss zersetzt und die Harnstoffausscheidung ansehnlich vermehrt, aber es erscheint nicht gleich aller Stickstoff der Einnahmen in den Exkreten wieder, es wird vielmehr ein Theil des verzehrten Eiweisses angesetzt und zwar am ersten Tage 409 Grmm. Fleisch, am zweiten 306 und am dritten 190 Grmm.; der Ansatz nimmt also von Tag zu Tag ab und es nähert sich, wie es beim Hunde auch der Fall ist, der Körper allmählich dem Gleichgewichtszustand im Stickstoff.

Nach Abrechnung des Kohlenstoffs des angesetzten Fleisches von der Differenz der Einnahmen und Ausgaben behalten wir am ersten Tag noch einen Rest von 70, am dritten von 64 Grmm. Kohlenstoff übrig, die im Körper wohl als Fett zurückgeblieben sind. Machen wir zur Prüfung dieser Annahme wieder unsere Rechnung, so erhalten wir:

		C	H	O
Nro. 10.	Verbrauch	+ 121.5	+ 120.4	+ 880.8
	+ 409 Fleisch	51.2	7.1	21.1
		+ 70.3	+ 113.3	+ 859.7
	+ 92 Fett	70.3	10.9	10.7
		0	+ 102.4	+ 849.0
				soll 819.2

	C	H	O
Nro. 11. Verbrauch	+ 87.4	+ 57.5	+ 405.1
+ 190 Fleisch	23.8	3.3	9.8
	+ 63.6	+ 54.2	+ 395.3
+ 83 Fett	63.6	9.9	9.6
	0	+ 44.3	+ 385.7
			soll 354.4

Berechnen wir die nach Abzug der angesetzten Fleisch- und Fettmengen für die Oxydation nöthige Sauerstoffzufuhr, so ergiebt sich:

		von der Nahrung		im Harn u. Koth		v. Fleisch u. Fett		zu oxydiren	O von Aussen nöthig
Nro. 10.	C	430.8	—	35.7	—	121.5	=	273.6	730
	H	475.5	—	8.6	—	18.0	=	448.9	3591
	O	3566.1	—	33.7	—	31.7	=	3500.7	—
									4321
									— 3501
									820 O
								bestimmt	850 O
Nro. 11.	C	415.3	—	44.8	—	87.4	=	283.1	755
	H	470.7	—	10.8	—	13.2	=	446.7	3574
	O	3544.2	—	40.8	—	19.4	=	3484.0	—
									4329
									— 3484
									845 O
								bestimmt	876 O

Wir haben in Rechnung und Versuch nur eine Differenz von 3 % Sauerstoff, daher in der That der grösste Theil der Nahrung umgesetzt und die angenommene Fleisch- und Fettmenge angesetzt worden sein muss.

Der Körper hat gelebt von:

	Nro. 10.	Nro. 11.
Fleisch . . .	844	1063
Fett	41	30
Kohlehydraten .	399	399 (= 166 Fett)

In beiden Versuchen ist der Körper des Mannes ansehnlich schwerer geworden, in Nro. 10 um 1144 Grmm., in Nro. 11 um 561 Grmm.; da der Ansatz von Fleisch und Fett beide Male ein geringerer war, so ist der Körper absolut und relativ reicher an Wasser geworden.

Es wurde hier ansehnlich mehr Wasser in der Nahrung aufgenommen, als bei der mittleren Kost, und zwar im Mittel um 1609 Grmm. täglich; dem entsprechend wurde durch Harn, Koth und Perspiration im Mittel um 1116 Grmm. mehr entfernt, der Rest wurde im Körper zurückbehalten. Die Wasserabgabe vertheilte sich zu 61 % auf den Harn, 5 % auf den Koth und 34 % auf die Athmung; d. h. es wird die Hauptmenge des Ueberschusses an Wasser durch den Harn eliminirt und nur ein kleinerer Theil durch die Respiration. Da diesmal mehr Wasser im Athem austritt, so ist das Verhältniss der Kohlensäure zu der des Wassers wie 100 : 113.

Bei den Versuchen mit mittlerer Nahrung sind im Mittel 305 Grmm. Kohlenstoff aufgenommen worden, hier im Mittel 423 Grmm.; da der Ansatz von Kohlenstoff aber ein grösserer ist, so ist der Verbrauch dieses Stoffs nicht viel bedeutender (mittlere Kost 283, eiweissreiche 319 Grmm.), nämlich nur um 36 Grmm. Vom verbrauchten Kohlenstoff entfallen 6 % auf den Harn, 6 % auf den Koth und 88 % auf die Respiration. Die Menge der durch Haut und Lungen ausgeathmeten Kohlensäure ist nicht viel grösser, als die bei mittlerer Kost; denn hier werden im Mittel 1020 Grmm. entleert, bei gewöhnlicher Nahrung 928 Grmm. Während also die Kohlensäuremenge nur unwesentlich zunahm (10 %), änderte sich der Eiweissumsatz (Nro. 11) um 87 %.

Am wichtigsten sind wohl die Ergebnisse der Sauerstoffeinnahme. Dieselbe ist allerdings durch die an Eiweiss (nicht an Fett oder Kohlehydraten) reichere Nahrung etwas grösser (863 Grmm.) als die bei mittlerer Kost (832 Grmm.), die Zunahme ist aber nicht beträchtlich; die Mehrzufuhr von 676 Grmm. Fleisch bewirkte nur eine Mehraufnahme von 31 Grmm. Sauerstoff. Der grösseren Sauerstoffaufnahme entsprechend wird auch etwas mehr Kohlensäure erzeugt. Da nahezu die gleiche Sauerstoffeinnahme

stattfand wie bei mittlerer Kost, aber nochmal so viel Fleisch verbrannte, so blieb weniger Sauerstoff für das Fett übrig, das desshalb in grösserer Menge angesetzt wurde als bei der mittleren Nahrung; ja es verbrennt sogar aus demselben Grunde weniger Fett als beim Hunger, wenn man die Kohlehydrate in Fett umrechnet. Wir stossen endlich wiederum (siehe Seite 528) auf die wichtige Thatsache, dass eine grössere Eiweisszufuhr und Eiweisszersetzung nicht wesentlich die Fähigkeit des Körpers erhöht, Sauerstoff aufzunehmen, dieselbe ist vielmehr geknüpft an die Eiweissmenge des ganzen Körpers oder den Körperzustand; da letzterer aber nicht momentan durch eiweissreiche Nahrung hinreichend sich verändert, so steigert sich auch die Sauerstoffaufnahme nur wenig; am dritten Tag wird aber schon etwas mehr Sauerstoff eingenommen als am ersten, weil durch den Fleischansatz die Menge des Organeiweisses grösser geworden ist. Wir constatiren abermals, dass der Eiweissumsatz und der Sauerstoff in keinem proportionalen Verhältnisse stehen; man würde sich aber sehr irren, wollte man daraus schliessen, die Menge des Eiweisses im Körper wäre überhaupt für die Sauerstoffaufnahme gleichgiltig; die Eiweisszerstörung richtet sich vorzüglich nach der Quantität des Vorrathseiweisses, und diese vorzüglich nach dem Eiweissgehalt der Nahrung; die Sauerstoffeinfuhr nach dem Organeiweiss, dessen Stand nur allmählich durch die Zufuhr verändert wird. Dass es vor Allem das Organeiweiss ist, welches die Menge des absorbirbaren Sauerstoffs bestimmt, zeigte uns vorzüglich der Versuch 15 am herabgekommenen Manne, bei welchem trotz gleicher Nahrung 238 Grmm. Sauerstoff weniger gebunden wurden als beim kräftigen.

Der Versuch Nro. 14, bei dem auch etwas mehr Eiweiss als gewöhnlich gegeben worden war, bietet für die Betrachtung des Erfolges in 24 Stunden wenig bemerkenswerthes dar, denn er ist zu einem andern Zwecke angestellt worden. Wir wollten nämlich sehen, welchen Einfluss es auf die Vertheilung der Respirationsstoffe ausübt, wenn man nicht wie gewöhnlich in der ersten Hälfte des Versuchstages die ganze auf 24 Stunden treffende Nahrung zu sich nimmt, und in der zweiten Hälfte fastet, sondern wenn man die Nahrung in zwei gleiche Hälften theilt und die eine zu Anfang

der ersten Hälfte, die andere zu Anfang der zweiten Hälfte des Versuches geniesst.

Die Nahrung bestand hier aus:

271 Grmm. trockener eiweissartiger Substanz
89 „ Fett
274 „ Kohlehydraten;

sie ist also reicher an Eiweiss, aber ärmer an Fett und Kohlehydraten als die mittlere Kost.

Es wurde dabei wie bei den vorausgehenden Versuchen mit reichlicher Eiweissnahrung Fleisch angesetzt, aber wegen der geringern Zufuhr an Fett und Kohlehydraten kein Fett unverbrannt zurückgehalten, sondern sogar etwas weniges vom Körper noch hergegeben.

Die Differenzen der Einnahme- und Ausgaberubriken betragen:

	N	C	H	O
Differenz	+ 4.71	0	— 20.0	— 110.2
+ 139 Fleisch	+ 4.71	+ 18.4	+ 2.4	+ 7.2
— 24 Fett	—	— 18.4	— 2.9	— 2.8
	0	0	— 20.5	— 105.3
				soll 164.0

An Sauerstoff ist nöthig:

	von der Nahrung		im Harn u. Koth		v. Fleisch u. Fett		zu oxydiren	O von Aussen nöthig
C	278.6	—	24.2		0	=	254.4	678
H	236.9	—	5.8	+	0.5	=	231.6	1853
O	1749.0	—	22.0	—	4.4	=	1722.6	—
								2531
								— 1723
								809 O
							bestimmt	850 O

Differenz = 5 %.

Der Körper hat gelebt von:

584 Grmm. Fleisch
65 „ Fett
274 „ Kohlehydraten.

Die Menge des aufgenommenen Wassers ist hier viel geringer als in den Versuchen 10 und 11, und zwar um 1924 Grmm.; in der Respiration wurden aber nur um 87 Grmm. weniger entfernt. Die Hauptdifferenz fällt auf den Harn; bei gleicher Temperatur und gleichem Wassergehalte der umgebenden Luft und gleicher Körperbewegung ist also vorzüglich die Niere das Organ, welches grössere Mengen von Wasser eliminirt. Im Harn werden 48 % Wasser entfernt, im Koth 5 %, durch Haut und Lungen 47 %.

Die Kohlensäureabscheidung und die Sauerstoffaufnahme sind nicht wesentlich anders als bei der mittleren Kost, da das geringe Plus von Eiweiss den Körperzustand nicht sehr und auch nicht gleich am ersten Tage ändern kann. Wir ersehen aber auch, dass eine ansehnlich stärkere Zufuhr von Fett oder Kohlehydraten, wie es bei der gewöhnlichen und der eiweissreichen Kost der Fall war, die Sauerstoffaufnahme nicht modificirt.

Den Gegensatz zu den Versuchen mit einer an Eiweiss reichen Nahrung bilden die Versuche mit eiweissfreier. In Nro. 12 und 13 wurde während $1^1/_2$ Tagen die gleiche, wesentlich aus Kohlehydraten mit Zusatz von Fett bestehende Kost gereicht.

Die Nahrung enthielt:

79 Grmm. Fett
402 „ Kohlehydrate,

also wenn man die Kohlehydrate in Fett ausdrückt, ohngefähr soviel wie bei der eiweissreichen Kost, hier 249 Grmm. Fett, damals 283.

Es werden nun im Körper bei dieser Nahrung zersetzt:

357 Grmm. Fleisch
45 „ Fett
402 „ Kohlehydrate (= 167 Fett).

Es bleibt nämlich folgende Differenz der Elemente der Einnahmen und Ausgaben:

	C	H	O
Differenz	— 18.4	— 11.2	+ 52.4
— 357 Fleisch	— 44.7	— 6.2	— 18.4
	+ 26.3	— 5.0	+ 70.8
+ 34 Fett	+ 26.3	+ 4.0	+ 3.9
	0	— 9.0	+ 66.9
			soll — 72.0

Berechnet man den zur Verbrennung der Bestandtheile nothwendigen Sauerstoff, so erhält man:

	von der Nahrung		im Harn u. Koth		v. Fleisch u. Fett		zu oxydiren	O von Aussen nöthig
C	228.7	—	18.4	+	18.4	=	228.7	610
H	197.1	—	4.4	+	2.2	=	194.8	1558
O	1508.5	—	22.9	+	14.4	=	1500.0	—
								2168
								— 1500
								668 O
							bestimmt	808 O

Differenz = 17 %.

Die Sauerstoffeinfuhr ist, trotzdem dass nicht mehr verbrannt wird, doch um 47 Grmm. grösser als beim Hunger und nur um 28 Grmm. geringer als bei Erhaltungskost. Wir erkennen, dass hier ebenso wie bei Nahrungsentziehung mehr Sauerstoff in den Körper tritt, als das zersetzte Fleisch und Fett nöthig hat; nur ist die Differenz noch grösser als beim Hunger. Da die Möglichkeit der Absorption einer gewissen Menge Sauerstoff wegen des noch nicht veränderten Körperzustandes die gleiche bleibt, der Umsatz von Fleisch aber wegen des Ausbleibens der Zufuhr dieses Nahrungsmittels so gering wie beim Hunger ist, so muss ein Theil des aufgenommenen Sauerstoffs unverwendet aufgespeichert werden.

Reduciren wir die Kohlehydrate auf ihr Aequivalent Fett, so lebte der Mensch bei der stickstofflosen Nahrung auf Kosten von 357 Grmm. Fleisch seines Körpers und 215 Grmm. Fett der Nahrung, beim Hunger von 333 Grmm. Fleisch und 216 Grmm. Fett; das Resultat ist also ganz identisch. Man ersieht daraus, und dies ist von äusserster Wichtigkeit, dass die Zufuhr von stickstofffreien Substanzen weder auf die Umsetzung des Eiweisses am Körper, noch auf die des Fettes oder der Kohlehydrate von erheblichem Einfluss ist; der ganze Umsatz bleibt nahezu wie der beim Hunger, mag man noch so viel Fett oder Kohlehydrate in einen Organismus hineinstopfen.

Die Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure ist so gross wie die bei mittlerer Nahrung und um 216 Grmm. grösser als beim Hunger; es wird aber doch nicht mehr zerstört wie beim Hunger,

denn die grössere Kohlensäuremenge rührt nur von der Verbrennung der Kohlehydrate her, die bei dem gleichen Sauerstoffverbrauch viel mehr Kohlensäure entwickeln als das beim Hunger verbrennende Fett.

Betrachtung der 24stündigen Versuche bei Hunger und mittlerer Kost mit Arbeit.

Wir haben drei Versuche angestellt, bei denen der im Apparat befindliche Mann eine bedeutende Arbeit zu leisten hatte. Bei den frühern Versuchen hatte er den Tag über nur soviel gethan, um sich der Langeweile zu erwehren; er las theils Zeitungen oder Erzählungen, theils beschäftigte er sich, da er Mechaniker und Uhrmacher ist, mit der Zerlegung, Reinigung und Wiederzusammensetzung von Taschenuhren. Jetzt aber hatte er ein Rad mit einer Kurbel zu treiben; das Rad wurde mit soviel Gewicht belastet, bis der Widerstand in der Axe nach dem Gefühle des Arbeiters so gross war, wie er gewöhnlich bei Drehbänken in mechanischen Werkstätten ist, welche durch ein von der Hand getriebenes Schwungrad bewegt werden. Hiefür war ein Gewicht von 25 Kilo nöthig, welches an einer Rolle in einer um das Rad gelegten Kette schwebend hieng. Bei den beiden ersten Versuchen befand sich das Triebrad in der Kammer; bei dem letzten ausserhalb derselben und nur die Kurbel ging durch eine Oeffnung der Wand in die Kammer hinein. Der Mann bewegte das Rad am Tag während 9 Stunden und er machte mit Unterbrechungen für Ruhe und Mahlzeit, wie sie bei Arbeitern gewöhnlich sind, am Tage etwa 7500 Umdrehungen; Abends wurde die Arbeit beendigt und bald darauf das Bett aufgesucht. Der Mann fühlte sich zu dieser Zeit ermüdet, wie nach einer anstrengenden Arbeit oder einem längern Marsche.

Der eine Arbeitsversuch wurde bei Hunger angestellt, die beiden andern bei der mittlern Kost.

Betrachten wir zuerst den ersteren, den Versuch Nr. 4.

Auch bei Hunger und Arbeit zehrt der Mensch von seinem Körper; es frägt sich nur, in welcher Weise sich die Zersetzungsprocesse verschieden von denen bei Ruhe gestalten. Der Gewichts-

verlust beträgt in Nro. 4 681 Grmm., also nicht mehr als bei Hunger und Ruhe; es wird dabei jedoch nur durch die reichliche Wasseraufnahme eine stärkere Abgabe verhütet.

Wir berechnen zunächst, um die Abgabe und Aufnahme kennen zu lernen, aus der Stickstoffmenge des Harns die Grösse der Zersetzung der eiweissartigen Stoffe. Die Menge der im Harn ausgeschiedenen festen Theile ist nicht grösser (46 Grmm.) als bei Hunger und Ruhe (47 Grmm.). Nach Abzug des Stickstoffs der Einnahmen bleiben noch 10.57 Grmm. übrig, die vom Körper herstammen und 311 Grmm. frischem Fleisch entsprechen, während bei den Hungerversuchen mit Ruhe im Mittel 327 Grmm. Fleisch zersetzt worden sind. Der Eiweissverbrauch ist also identisch, ob der Körper ruht oder eine mächtige Arbeit leistet.

Der Vergleich der durch Haut und Lungen ausgeschiedenen Gase zeigt aber sehr bedeutende Differenzen; denn während bei den Ruhetagen 821 Grmm. Wasser und 716 Grmm. Kohlensäure entfernt worden sind, treffen wir hier auf eine Wassermenge von 1777 Grmm. und auf eine Kohlensäuremenge von 1187 Grmm.

Der Kohlenstoff, welcher nicht von dem zerstörten Fleische herrührt, kommt, wie man mit Wahrscheinlichkeit annehmen kann, wie bei der Ruhe von oxydirtem Fette her, welches hier in grösserer Menge dem Umsatz anheimgefallen sein müsste. Unter dieser Annahme bekommen wir folgende Zahlen:

	C	H	O
Verbrauch	329.7	61.3	268.2
— 311 Fleisch	38.9	5.4	16.0
	290.8	55.9	252.2
— 380 Fett	290.8	45.2	44.1
	0	10.7	208.1
			soll 85.6

Bestimmt man, wie viel Sauerstoff von Aussen dazu gehört, um 311 Grmm. Fleisch und 380 Grmm. Fett zu verbrennen, so ergiebt sich:

	im Fleisch		im Harn		im Fett		zu oxydiren	O von Aussen nöthig
C	38.9	—	9.3	+	290.8	=	320.4	854
H	5.4	—	1.9	+	45.2	=	48.7	390
O	16.0	—	8.5	+	44.1	=	51.6	—
								1244
								— 52
								1192 O
							bestimmt	1071 O

Wir finden eine Differenz von 11 %. Wenn wir dieselbe nicht als Fehler betrachten wollen, so hätte in diesem Falle der Organismus Sauerstoff zugegeben, oder eine sauerstoffreichere Substanz als Fett verbrannt, z. B. ein Kohlehydrat oder eine organische Säure. Wir sahen, dass der Körper die Fähigkeit hat, je nach seinem Eiweissstande eine gewisse Menge von Sauerstoff aufzunehmen. Bei stickstoffloser Nahrung absorbirte er, da sein Körperzustand sich nicht sehr änderte, nahezu so viel als bei mittlerer Kost, er verbrauchte aber nicht allen, wir mussten eine Aufspeicherung desselben im Körper annehmen; ebenso fanden wir bei Hunger und Ruhe constant eine grössere Aufnahme an Sauerstoff, als zur Oxydation nöthig war. Hier aber findet sich umgekehrt eine Abgabe von Sauerstoff vom Körper, denn es ist viel davon nöthig und es ist nicht unwahrscheinlich, dass dann auch der im Körper vorräthige benützt wird. Keinesfalls stammt der Kohlenstoff ausschliesslich aus Kohlehydraten, z. B. aus Zucker, denn wir würden dann ein noch weniger stimmendes Resultat erhalten:

	im Fleisch		im Harn		im Zucker		zu oxydiren	O von Aussen nöthig
C	38.9	—	9.3	+	290.8	=	320.4	854
H	5.4	—	1.9	+	48.4	=	51.9	416
O	16.0	—	8.5	+	387.8	=	395.3	—
								1270
								— 395
								875 O
							bestimmt	1071 O

Die Differenz beträgt 18 %; wir kommen auf dieses Verhalten bei Besprechung der 12stündigen Zeitabschnitte nochmals zurück.

Der Mensch lebte von:

75 Grmm. trockener eiweissartiger Substanz (= 311 Fleisch)
380 „ Fett
226 „ Wasser.

Das trockene Fleisch ist mit 236 Grmm. Wasser verbunden; da hier 226 Grmm. vom Körper weggehen, so hat der Körper seinen relativen Wassergehalt nicht geändert. In der zerstörten Masse verhält sich die Menge des Stickstoffs zu der des Kohlenstoffs wie 1 : 31, bei Ruhe wie 1 : 18. Vom unbrauchbar gewordenen Kohlenstoff gehen 3 % in den Harn und 97 % in die Respiration über.

Da im Versuch 4 durch Haut und Lungen sehr viel Wasser entfernt wird, aber trotz der um 971 Grmm. grössern Aufnahme gegenüber dem Ruhezustand nicht mehr, sondern weniger durch den Harn weggeht, so sind die Verhältnisse der Wasserabfuhr sehr verschoben; denn bei der Ruhe enthält der Harn 55 %, die Ausathmung 45 %, bei der Arbeit dagegen ersterer nur 30 %, letztere 70 %. Die Kohlensäuremenge des Athems verhält sich zu der Wassermenge wie 100 : 150, bei der Ruhe wie 100 : 114; es steigt also bei Bewegung die Wasserabgabe mehr als die Kohlensäureabgabe.

Die Quantität der Kohlensäure (1187 Grmm.) ist ansehnlich grösser als bei Hunger und Ruhe (716 Grmm.), ja sogar grösser als bei mittlerer (928 Grmm.) und eiweissreicher Kost (1020 Grmm.). Auch die Aufnahme des Sauerstoffs ist gesteigert und ist bedeutender als bei irgend einer Zufuhr von Nahrung; die Kohlensäure verhält sich zum Sauerstoff wie 100 : 90, also wie bei Aufnahme von mittlerer Nahrung mit Kohlehydraten, während das Verhältniss bei Hunger und Ruhe wie 100 : 106 sich herausstellte.

Die Ergebnisse der beiden Arbeitstage bei mittlerer Kost (Versuch Nr. 8 und 9) sind ziemlich ähnlich, daher wir sie mit einander in Betracht ziehen können. In der Nahrung sind bei denselben, wie schon früher angegeben worden,

137 Grmm. trockne eiweissartige Substanz
117 „ Fett
352 „ Kohlehydrate

enthalten, und es wurden davon bei der Ruhe verbraucht:

137 Grmm. trockne eiweissartige Substanz = 568 Fleisch
72 „ Fett
352 „ Kohlehydrate.

Bei der körperlichen Bewegung stellen sich ganz bestimmte Verschiedenheiten heraus. Der Körper verlor zunächst in Nr. 8 334

und in Nr. 9 49 Grmm. an Gewicht, während er bei gleicher Einnahme, aber bei Ruhe (in Versuch 6) um 668 Grmm. zunahm, welche Zunahme vorzüglich aus Wasser bestand.

Die festen Bestandtheile des Harns unterliegen keiner Aenderung, ob der Körper möglichst ruhig sich verhält oder sich anstrengt; denn während bei gleicher Kost und Ruhe im Mittel 64 Grmm. trockene Substanz durch den Harn abgehen, finden sich hier 67 Grmm. Die Stickstoffausscheidung ist abermals in beiden Zuständen völlig die gleiche. In Nr. 8 werden 19.03, in Nr. 9 19.53 Grmm. Stickstoff im Harn und Koth gefunden, bei der Ruhe im Mittel 19.47 Grmm.; der Stickstoffausscheidung entspricht ein Verbrauch von 567 Grmm. Fleisch (137 Grmm. trocken). Man findet aber nicht nur keine Aenderung in der Umsetzung von Eiweiss, sondern es besteht auch ein völliges Gleichgewicht des Stickstoffgehalts der Einnahmen und Ausgaben, denn es wurden 19.48 Grmm. Stickstoff in der Nahrung in den Körper gebracht und 19.28 Grmm. erschienen im Harn und Koth wieder.

Während sich die Produkte im Harn gleich bleiben, verhalten sich dagegen die der Athmung ganz anders als im unthätigen Zustande. In der Ruhe werden 931 Grmm. Wasser und 928 Grmm. Kohlensäure im Athem entfernt, hier 1727 Grmm. Wasser und 1209 Grmm. Kohlensäure. Da keine grössere Menge von Stickstoff in den Zersetzungsprodukten sich findet, so kann das Plus von ausgeschiedenem Kohlenstoff nicht von Eiweiss oder Fleisch stammen, sondern nur von einer stickstofffreien Substanz, wahrscheinlich von Fett. Versuchen wir, ob die Rechnung uns Anhaltspunkte dafür giebt:

		C	H	O
Nro. 8.	Differenz	— 59.2	— 16.2	— 257.7
	— 77 Fett	59.2	9.2	— 8.9
		0	— 7.0	— 248.8
				soll 56.0
Nro. 9.	Differenz	— 27.1	— 7.2	— 14.1
	— 35 Fett	27.1	4.2	4.1
		0	— 3.0	— 10.1
				soll 24.0

Es ist zur Verbrennung von Fleisch und Fett an Sauerstoff nothwendig:

		von der Nahrung		im Harn u. Koth		im Fett		zu oxydiren	O von Aussen nöthig
Nro. 8	C	315.5	—	24.5	+	59.2	=	350.2	934
	H	345.9	—	4.4	+	9.2	=	350.7	2806
	O	2604.1	—	19.3	+	8.9	=	2593.7	—
									3740
									— 2594
									1146 O
								bestimmt	954 O
Nro. 9.	C	309.2	—	27.1	+	27.1	=	309.2	824
	H	297.7	—	4.9	+	4.2	=	297.0	2376
	O	2226.3	—	23.9	+	4.1	=	2206.5	—
									3200
									— 2206
									994 O
								bestimmt	1006 O

Differenz in Nro. 8 = 20 %, in Nro. 9 = 1 %.

Die Differenz von 20% in Versuch 8 ist viel zu gross, als dass wir sie auf Rechnung eines Versuchsfehlers bringen könnten; es ist dabei wirklich Sauerstoff vom Körper zu dem während des Versuchs von Aussen aufgenommenen hinzugekommen, wie beim vorhergehenden Hungerversuch mit Arbeit, da viel Sauerstoff nothwendig war. In Nr. 9 wurde weniger Fett zersetzt, die Arbeit war daher wahrscheinlich keine so grosse und der von Aussen eintretende Sauerstoff genügte eben zur Oxydation.

Der Organismus verbrauchte bei mittlerer Kost und Arbeit:

137 Grmm. trockene eiweissartige Substanz = 567 Fleisch
173 Grmm. Fett
352 Grmm. Kohlehydrate,

oder wenn man die Kohlehydrate in Fett ausdrückt:

	Hunger, Ruhe.	Hunger, Arbeit.	Mittlere Kost, Ruhe.	Mittlere Kost, Arbeit.
Fleisch . . .	311	311	568	567
Fett	209	380	219	330

Die Menge des Stickstoffs der im Körper verbrauchten Substanzen verhält sich zu der des Kohlenstoffs, bei der Ruhe wie 1 : 14 und bei der Thätigkeit wie 1 : 18.

Vergleichen wir die Art der Wasserausscheidung in diesen Arbeitsversuchen mit der in Versuch 6 bei mittlerer Kost und Ruhe, bei welcher nahezu soviel Wasser in der Nahrung eingeführt wurde wie hier, so fallen folgende Unterschiede auf. Im Harn und Koth wird die nämliche Menge Wasser entfernt, aber durch Haut und Lungen ansehnlich mehr, was lediglich als eine Folge der Muskelanstrengung betrachtet werden muss. Darum nimmt auch in den jetzigen Versuchen das Körpergewicht ab, während es bei der Ruhe stark zunahm. Das abgegebene Wasser vertheilt sich in Procenten auf:

	Harn:	Koth:	Asche:
Ruhe	48	5	47
Arbeit	37	3	60

Die Kohlensäuremenge des Athems verhält sich zu der des Wassers wie 100 : 143, in Versuch Nr. 6 wie 100 : 107; es wächst also wie bei der Arbeit die Wasserausscheidung wiederum viel mehr als die Bildung von Kohlensäure.

Die Quantität der Kohlensäure im Athem ist hier im Mittel nur sehr wenig grösser als bei Hunger und Arbeit; beim Hunger ist die Differenz zwischen Ruhe und Arbeit bedeutender (471 Grmm.) als bei mittlerer Kost zwischen Ruhe und Arbeit (221 Grmm.); ähnlich verhält sich auch der Sauerstoff, bei Hunger findet sich eine Differenz von 311 Grmm., bei mittlerer Kost von 149 Grmm.

Vom verbrauchten Kohlenstoff werden in den Versuchen 8 und 9 im Mittel 3% im Harn, 4% im Koth und 93% durch die Respiration entfernt.

Sehr auffallend ist bei der mittleren Kost die geringe Zunahme der Sauerstoffabsorption (um 149 Grmm.) trotz der angestrengten Thätigkeit des Körpers. Vergleicht man die Mengen der Kohlensäure und des Sauerstoffs mit einander, so bekommt man folgende Verhältnisszahlen, wenn man die Kohlensäure-Quantität gleich 100 setzt:

	Aufgenommener Sauerstoff:	zur Verbrennung nöthiger Sauerstoff:
Hunger, Ruhe	106	99
„ Arbeit	90	100
mittlere Kost, Ruhe	90	84
„ „ Arbeit	81	89

d. h. bei der Arbeit wird beide Male im Verhältniss zur Kohlensäureausscheidung weniger Sauerstoff eingenommen, aber mehr verbraucht.

Aus den Arbeitsversuchen wird vor Allem die Thatsache, welche der eine von uns (V.) zuerst beim Hunde fand, über allen Zweifel erhoben, dass die Stickstoffausscheidung, und also auch die Eiweisszersetzung trotz intensiver Thätigkeit des Körpers sich nicht steigert. Durch die Haut oder andere Wege kann dabei unmöglich eine nennenswerthe Menge von Stickstoff oder Harnstoff entfernt worden sein, da nicht nur beim Hunger genau die nämliche Menge von Stickstoff im Harn sich findet wie bei Ruhe, sondern auch bei der mittleren Kost, welche den Körper gerade auf dem Stickstoffgleichgewicht erhielt; es wäre doch gewiss einer der sonderbarsten Zufälle, wenn im Schweiss oder andern Exkreten ausser Harn und Koth immer eben so viel Stickstoff weggeführt würde, als bei der Arbeit mehr zersetzt würde. Man kann aber ausserdem auch zeigen, dass bei Arbeit im Harn nicht mehr Schwefelsäure und Phosphorsäure austritt als bei Ruhe; würde mehr Eiweiss zersetzt, so müssten doch gewiss diese Stoffe in grösserer Menge im Harn vorhanden sein, denn die übrigen Exkrete enthalten immer nur Spuren dieser nicht flüchtigen Substanzen; wir bestimmten bei mittlerer Kost:

	Ruhe:	Arbeit:
Schwefelsäure	2.56 2.66	2.57
Phosphorsäure	4.19	4.15 4.07

Bei stickstoffloser Kost und Ruhe und bei Hunger und Arbeit fanden sich im Tag:

	Ruhe:	Arbeit:
Schwefelsäure	1.47	1.72
Phosphorsäure	3.15	2.95

Es wäre nicht richtig, wenn man glauben würde, es werde nur im Ganzen, in 24 Stunden, bei der Arbeit nicht mehr Eiweiss zerstört, wohl aber während der Arbeitszeit und dann nachher in der

darauf folgenden Ruhe um eben soviel weniger. Wir haben den Harn der 12 Tagstunden, während denen gearbeitet wurde, von dem der Nachtstunden, den Ruhestunden, getrennt und nichts für eine solche Hypothese Günstiges beobachtet.

Wir fanden im Mittel:

	Hunger, Ruhe.	Hunger, Arbeit.	Mittlere Kost, Ruhe.	Mittlere Kost, Arbeit.
Tag	15.1	11.9	19.6	19.5
Nacht	11.4	13.1	17.5	17.3
24 Stunden . .	26.5	25.0	37.1	36.8

Es wird also auch nicht einmal vorübergehend während der Arbeit mehr Eiweiss zersetzt als in der Ruhe.

Endlich ist nachdrücklich hervorzuheben, dass die Gesammtsteigerung der Kohlensäureausscheidung und der Sauerstoffaufnahme, obwohl der Mann 9 Stunden tüchtig arbeitete und müde wurde, doch lange nicht so bedeutend war, als man nach anderen Angaben, namentlich nach denen von Smith, hätte erwarten sollen, der manchmal das zehnfache der normalen Abscheidung und Aufnahme auftreten sah. Wir fanden bei Hunger und mittlerer Kost durch Arbeit folgende Steigerung, das Verhalten bei Ruhe gleich 1 gesetzt:

	Hunger:	mittlere Kost:
Kohlensäure	1.7	1.3
Sauerstoff	1.4	1.2

Betrachtung der Ergebnisse der 24stündigen Respirationsversuche nach zwei 12stündigen Zeitabschnitten — nach Tag und Nacht.

Die folgende Respirationstabelle I zeigt die Resultate der Versuche nach den beiden Tageshälften getrennt; sie giebt an, wie viel in 12 Stunden Kohlensäure und Wasser abgegeben, wie viel Sauerstoff aufgenommen, ferner wie viel Harnstoff entleert worden ist. Endlich ist noch berechnet und als Verhältnisszahl bezeichnet, wie viel von 100 aufgenommenem Sauerstoff in der ausgeschiedenen Kohlensäure enthalten ist.

Respirations-Tabelle I.

	Mann Nr. I.														Mann Nr. II.
	Hunger.				Mittlere Kost.					Eiweissreiche Kost.		Eiweissfreie Kost.		Gleiche Kost Morgens u. Abends.	Mittlere Kost.
Versuchs-Nummer	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV
Zeit und Beschäftigung	11. Dec 1866 Ruhe	13. Dec. 1866 Nacht vor III	14. Dec 1866 Ruhe	22 Dec 1866 Arbeit	31. Juli 1866 Ruhe	18. Dec. 1866 Ruhe	27 Dec. 1866 Ruhe	3. Aug. 1866 Arbeit	29. Dec. 1866 Arbeit	2. Jan. 1867 Ruhe	4. Jan. 1867 Ruhe	7. Jan. 1867 Ruhe	8. Jan. 1867 Ruhe	19. Dec. 1866 Ruhe	30. Jan. 1867 Ruhe
Kohlensäure	**Ausgeschiedene Kohlensäure:**														
Tag	427	—	379	930	533	539	527	885	828	580	596	508	522	481	396
Nacht	312	360	316	257	379	404	403	400	306	423	442	331	—	451	299
24 Stunden	738		695	1187	912	943	930	1285	1134	1003	1038	839		932	695
Wasser	**In der Respiration ausgeschiedenes Wasser:**														
Tag	444	—	463	1425	344	534	446	1095	1035	696	644	566	681	535	469
Nacht	385	428	351	352	484	475	511	947	377	414	563	359	—	536	434
24 Stunden	829		814	1777	828	1009	957	2042	1412	1110	1207	925		1071	903
Sauerstoff	**Aus der Luft aufgenommener Sauerstoff:**														
Tag	450	—	420	922	235	469	418	295	795	632	566	523	556	397	379
Nacht	330	339	323	150	474	450	449	660	211	218	310	285	—	453	222
24 Stunden	780		743	1072	709	919	867	955	1006	850	876	808		850	601
Harnstoff	**Ausgeschiedener Harnstoff:**														
Tag	15.9	—	14.4	11.9	21.5	17.8	19.2	20.1	18.9	28.2	31.3	16.5	13.7	18.5	20,0
Nacht	10.9	14.7	11.9	13.1	15.7	17.6	18.0	16,2	18.4	32.6	38.4	11.2	—	20.3	18,6
24 Stunden	26.8		26.3	25.0	37.2	35.4	37.2	36.3	37.3	55.8	69.7	27.7		38.8	38,6
Verhältnisszahl	**Auf 100 aus der Luft aufgenommenem Sauerstoff erscheint Sauerstoff in der Kohlensäure:**														
Tag	69	—	66	73	175	84	92	218	67	67	77	71	69	88	76
Nacht	69	77	71	124	58	65	65	44	106	141	104	84	—	72	101
24 Stunden	69		68	80	94	74	78	98	82	90	86	75		80	84

Auf diese die absoluten Werthe enthaltende Tabelle folgt die Respirationstabelle II, welche die Werthe in relativen Verhältnissen angibt. Aus ihr ersieht man, wie viel von 100 Kohlensäure, Wasser, Sauerstoff und Harnstoff auf die erste Hälfte (den Tag), wie viel auf die zweite Hälfte des Versuches (die Nacht) kommen. Die zwei halbtägigen Versuche VI und XIII sind hier natürlich ausser Betracht geblieben.

Respirations-Tabelle II.

	Mann Nr. I.												Mann Nr. II.
	Hunger.			Mittlere Kost.					Eiweissreiche Kost.		Eiweiss freie Kost.	Gleiche Kost Morgens u. Abends.	Mittlere Kost.
Versuchs-Nummer.	I	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIV	XV
Zeit und Beschäftigung	11. Dec. 1866 Ruhe	14. Dec. 1866 Ruhe	22. Dec. 1866 Arbeit	31. Juli 1866 Ruhe	18. Dec. 1866 Ruhe	27. Dec. 1866 Ruhe	3. Aug. 1866 Arbeit	29. Dec. 1866 Arbeit	2 Jan. 1867 Ruhe	4. Jan. 1867 Ruhe	7. Jan. 1867 Ruhe	19. Dec. 1866 Ruhe	30. Jan. 1867 Ruhe
Kohlensäure-Procente	Von 100 ausgeschiedener Kohlensäure kommen auf Tag und Nacht:												
bei Tag	58	55	78	58	57	57	69	73	58	58	61	52	57
„ Nacht	42	45	22	42	43	43	31	27	42	42	39	48	43
Wasser-Procente	Von 100 in der Respiration ausgeschiedenem Wasser kommen auf Tag und Nacht:												
bei Tag	54	57	82	42	53	47	54	73	63	53	61	50	52
„ Nacht	46	43	18	58	47	53	46	27	37	47	39	50	48
Sauerstoff-Procente	Von 100 in der Respiration aufgenommenem Sauerstoff kommen auf Tag und Nacht:												
bei Tag	58	57	86	33	51	48	31	79	74	65	65	47	64
„ Nacht	42	43	14	67	49	52	69	21	26	35	35	53	36
Harnstoff-Procente	Von 100 ausgeschiedenem Harnstoff kommen auf Tag und Nacht:												
bei Tag	59	54	48	58	50	51	54	51	42	45	61	48	52
„ Nacht	41	46	52	42	50	49	46	49	58	55	39	52	48

Zu dieser Trennung der Versuche in zwei Zeithälften wurden wir veranlasst, weil es uns nothwendig schien während der Zeit der Ruhe oder der Arbeit, des Wachens oder Schlafens die quantitativen Unterschiede in der Kohlensäure- und Wasser-Ausgabe kennen zu lernen.

Betrachten wir die einzelnen Grössen der Reihe nach.

Die Kohlensäure sehen wir am Tag sowohl bei Ruhe als bei Arbeit, im Hunger und bei verschiedener Kost ausnahmslos in einem grösseren Verhältniss als in der Nacht erscheinen, was theils von den vermehrten Bewegungen, theils von der Zufuhr der Nahrung in diesem Zeitabschnitt herrührt. Nehmen wir die Versuchstage ohne Arbeit, so ergibt sich das merkwürdige Resultat, dass das relative Verhältniss zwischen Tag und Nacht bei Hunger und verschiedener Kost, also bei verschiedenen absoluten Mengen, die aus Tabelle I zu ersehen sind, wesentlich gleich bleibt; eine Ausnahme machen nur der Versuch XII mit eiweissfreier Kost, und der Versuch XIV mit gleicher Vertheilung der Kost auf zwei Hälften. Bei den übrigen Versuchen zeigen sich die Verhältnisse

$$\frac{58}{42} \cdot \frac{55}{45} \cdot \frac{58}{42} \cdot \frac{57}{43} \cdot \frac{57}{43} \cdot \frac{58}{42} \cdot \frac{58}{42} \cdot \frac{57}{43}$$

Der Versuch XIV nähert sich diesem Rythmus noch etwas an, man erkennt daran sowohl den Einfluss von Tag und Nacht, als auch den der Mahlzeit, welche ebenso wie die gesteigerte Bewegung während des Wachens eine zeitliche Vermehrung der Kohlensäureausgabe bedingt. Auch durch eine ganz gleiche Vertheilung der Kost auf die zwei Zeithälften des Versuches gelingt es nicht, die von der grösseren Thätigkeit herrührenden Respirationsdifferenzen zwischen Tag und Nacht ganz zum Verschwinden zu bringen. Vorgreifend bemerken wir, dass nur die Wasserabgabe sich dadurch ausgeglichen hat.

Bei Kranken ändert sich dieser Rythmus beträchtlich. Wir haben einen Leukämiker bei mittlerer Kost untersucht, welcher seine Nahrung vollständig in den ersten 12 Stunden (am Tag) zu sich nahm und folgende Zahlen erhalten:

Tageszeit	Ausgeschiedene			Aufgenommener Sauerstoff.
	Kohlensäure.	Wasser.	Harnstoff.	
Tag	481	322	15.2	346
Nacht	499	759	21.7	329
24 Stunden	980	1081	36.9	675

Hier mangelt der Unterschied in der Kohlensäureausscheidung zwischen Tag und Nacht gänzlich, obschon der Mann seine ganze Nahrung in der ersten Hälfte des Versuches im wachen Zustande genoss und in der zweiten fastete, im Bette lag, und 6 Stunden schlief.

Auffallend ist das Verhältniss der Kohlensäure beim Gesunden im Versuche XII mit eiweissfreier Kost. Die absoluten Mengen, die aus der Respirationstabelle I zu ersehen sind, erscheinen sowohl für den Tag als für die Nacht nicht grösser, sondern kleiner als bei gewöhnlicher mittlerer Kost, aber das relative Verhältniss in Tabelle II zeigt eine viel grössere Schwankung und nähert sich dem Verhältnisse, welches wir bei mittlerer Kost und Arbeit finden werden. Dieser Versuch ist überhaupt dadurch einzig und merkwürdig, dass das Verhältniss $\frac{61}{39}$ nicht nur bei der ausgeschiedenen Kohlensäure, sondern auch beim Wasser und beim Harnstoff genau dasselbe geblieben, ja auch beim Sauerstoff $\frac{65}{35}$ nicht viel verändert worden ist.

Ein ganz anderer Rythmus als bei Ruhe zeigt sich für die Kohlensäure von Tag und Nacht bei den drei Arbeitsversuchen, sowohl bei Hunger (IV), als bei mittlerer Kost (VIII und IX). Beim Hunger finden wir $\frac{78}{22}$, bei mittlerer Kost $\frac{69}{31}$ und $\frac{73}{27}$, so dass die Differenz zwischen Tag und Nacht dreimal grösser ist, als an den Ruhetagen. Unterschiede zwischen Arbeit und Ruhe, wie sie nach E. Smith von Fick und Wislicenus angenommen werden, wonach bei Arbeit selbst 10mal so viel Kohlensäure aus-

geschieden werden soll, als in der Ruhe, erscheinen also auch bei Trennung der Arbeitsversuche in Tag und Nacht nicht wahrscheinlich.

Interessant ist noch, die Kohlensäuremengen, welche bei jedem einzelnen Versuche in der Nacht ausgeschieden wurden, unter sich zu vergleichen. Bei den Hungerversuchen (I, III und IV) haben wir 312, 316 und 257, mithin die geringste Menge nach vorausgegangener Arbeit (Nro. IV). Bei mittlerer Kost (Versuche Nro. V, VI, VII, VIII, IX) 379, 404, 403, 400 und 306, auch hier wieder die geringste Zahl bei einem Arbeitsversuche (Nro. IX.)

Bei eiweissreicher Kost kommt in der Nacht entschieden mehr Kohlensäure, als bei mittlerer Kost (423 und 442), und bei eiweissfreier Kost dagegen viel weniger (331). Bei eiweissfreier Nahrung sinkt, da die Kohlehydrate leicht aufgenommen und bereits am Tage unter Bildung von viel Kohlensäure zersetzt werden, die Kohlensäureausscheidung in der Nacht nahezu auf den Betrag bei den Hungerversuchen herab. Merkwürdig ist, dass ein Kranker mit Diabetes mellitus, der wie Eingangs erwähnt zu dieser Reihe von Untersuchungen Anlass gab, bei reichlicher Ernährung den Zucker im Harne in einem Verhältnisse bei Tag und Nacht ausschied, wie der Gesunde die Kohlensäure, wenn er nur eiweissfreie Kost (Kohlehydrate und Fett) geniesst. Wir fanden z. B. beim Diabetiker:

Tageszeit	Ausgeschiedene				Aufgenommener Sauerstoff.
	Kohlensäure.	Wasser.	Harnstoff.	Zucker.	
Tag	359	308	29.6	246	278
Nacht	300	303	20.2	148	294
24 Stunden	659	611	49 8	394	572

Es erscheinen, die Gesammtmenge des ausgeschiedenen Zuckers als 100 genommen, am Tag 62, bei Nacht 38 %. Dass die Ergebnisse des Versuches XII kein Zufall sind, ist durch den halbtägigen Versuch XIII erwiesen, welcher als unmittelbare Fortsetzung von XII zur Controle dient. Sowohl in Kohlensäure als in Wasser und

Sauerstoff verhalten sich die beiden ersten Tageshälften ganz ähnlich. Um weitere Schlüsse daraus zu ziehen, ist die Anzahl der Versuche mit eiweissfreier Kost zu gering, aber wir können wohl aussprechen, dass in dieser Richtung Thatsachen liegen, welche fernere Untersuchungen lohnen werden.

Das Wasser, welches in der Respiration bei Tag und Nacht ausgeschieden wird, gibt vorläufig nur zu wenigen Betrachtungen Anlass. Im Ganzen reiht es sich unverkennbar dem Rythmus der Kohlensäureausscheidung an, obschon es nicht selten grössere Störungen erleidet. Die grosse Rolle, welche die Wasserabgabe durch Haut und Lungen für unsere Gesundheit spielt, zu ergründen, ist ein Ziel der Respirationsversuche, das mit Ausdauer verfolgt werden muss, bis zu dem wir aber noch eine weite Strecke zurückzulegen haben. Ein Verhältniss z. B. wie es bei Leukämie von uns gefunden worden ist, wo in der Perspiration am Tage nur 29, in der Nacht hingegen 71 % der auf 24 Stunden kommenden Wassermenge abgegeben worden sind, ist beim Gesunden unter keinerlei Umständen auch nur annähernd beobachtet worden. Wir glauben, dass hierin die Untersuchung abnormer oder krankhafter Zustände mit der Zeit viel Wichtiges liefern wird.

Mannigfache Aufschlüsse geben die Zahlen für den aus der Luft aufgenommenen Sauerstoff bei Tag und Nacht. Unsere ersten Versuche hierüber am normalen Menschen (V und VIII) im Sommer 1866 zeigten eine ganz unerwartete, sehr bedeutende Verschiebung in der Zeit der Sauerstoffaufnahme und der Entwicklung derselben als Kohlensäure. Nach diesen ersten beiden Versuchen und nach einer später anzuführenden Reihe von 22 Versuchen an Ochsen von Henneberg konnte man denken, es beschränke sich dieser Antagonismus zwischen Kohlensäureabgabe und Sauerstoffaufnahme wesentlich auf zwei Zustände, von denen der eine am Tage während des Wachens, der andere in der Nacht während vollständiger Ruhe und während des Schlafens sich geltend mache. Die Fortsetzung unserer Versuche hat uns gezeigt, dass dieser unerwartete Antagonismus thatsächlich bestehe, dass er aber nicht lediglich in die zeitlichen Gränzen von Tag und Nacht, oder Wachen und Schlafen eingeschlossen sei.

Im Hungerzustande (Versuch I bis IV), sowohl bei Ruhe als bei Arbeit, tritt ein derartiger Antagonismus zwischen Tag und Nacht nicht hervor, sondern es folgt die Sauerstoffaufnahme ganz unverkennbar dem Rythmus der Kohlensäureabgabe, wie aus den Procentzahlen in der Respirations-Tabelle II zu ersehen ist:

$$\text{Kohlensäure } \frac{58}{42} \cdot \frac{55}{45} \cdot \frac{78}{22},$$
$$\text{Sauerstoff } \frac{58}{42} \cdot \frac{57}{43} \cdot \frac{86}{14}.$$

Sowie aber mittlere Kost gereicht wurde, zeigte sich dieser Parallelismus wieder gestört. Am grössten erscheint die Störung in den Versuchen V und VIII im Sommer, wo bei Nacht nahezu so viel Sauerstoff aufgenommen, als während des Tags abgegeben wird; sie tritt aber auch bei den Versuchen VI und VII im Winter merklich hervor. Beim Versuche VI erschienen am Tage 57, bei der Nacht 43 Procent Kohlensäure, während bei Tag nur 51 und bei Nacht 49 Procent Sauerstoff aufgenommen wurden. Beim Versuche VII blieb das Verhältniss der Kohlensäure bei Tag und Nacht das nämliche $\frac{57}{43}$, wie im vorhergehenden; aber der Sauerstoff zeigt umgekehrt das Verhältniss $\frac{48}{52}$.

Im Versuche XIV, bei dem eine etwas eiweissreichere Kost gleichheitlich zu Anfang der beiden Tageshälften gereicht wurde, wo man also, wenn nicht Gleichheit, doch einen Parallelismus zwischen Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureabgabe erwarten sollte, dreht sich das Verhältniss der Procentzahlen nahezu um, indem die Kohlensäure $\frac{52}{48}$ und der Sauerstoff $\frac{47}{53}$ zeigt.

Von grosser Bedeutung sind die Versuche X und XI mit sehr eiweissreicher Kost. Die Kohlensäure gab zwischen Tag und Nacht beide Male genau das Verhältniss wie die Ruheversuche mit Hunger und mittlerer Kost, nämlich $\frac{58}{42}$; aber der Sauerstoff weicht sehr von diesem Verhältnisse ab und zeigt ähnlich den Arbeitsversuchen $\frac{74}{26}$ und $\frac{65}{35}$. Der Mann erhielt diese Kost das erste Mal am 2. Januar, wo er im Respirationsapparate war; sie wurde ihm auch am 3. und 4. Januar gereicht, an welchem letzteren Tage er sich wieder im Apparat aufhielt. Aus den Harnstoffzahlen (siehe

Tabelle I) erkennt man, dass er beim Versuche X sich noch nicht mit dem Eiweissgehalt seiner Nahrung im Gleichgewichte befand, was aber beim Versuche XI nahezu der Fall war, wo der Stickstoff in der Nahrung und der Stickstoff in Harn und Koth während 24 Stunden sich fast decken. Aus diesen beiden Versuchen geht zur Evidenz hervor, dass die Kohlensäure der Nacht zum grossen Theil mit dem Sauerstoff gebildet wurde, der den Tag über aufgespeichert worden war; denn am Tage war mehr Sauerstoff eingetreten als bei den übrigen Ruheversuchen. Im Versuche X kommen in der Nacht auf 423 Grmm. Kohlensäure nur 218 Grmm. aufgenommener Sauerstoff; die Kohlensäure allein enthält bereits über 300 Grmm. Sauerstoff, und um 423 Grmm. Kohlensäure aus Fleisch und Fett, welche die Hauptbestandtheile der Nahrung bei diesem Versuche bildeten, zu erzeugen, sind mindestens 380 Grmm. Sauerstoff nöthig.

Wichtig ist noch der Versuch XV mit dem Manne Nr. II, auf den die Kost, die wir mittlere nennen, und welche den 70 Kilo schweren, kräftigen Mann Nr. I auf seinem Körpergewichte erhielt, in manchen Beziehungen ähnlich wirken musste, wie die eiweissreiche Kost in den Versuchen X und XI auf den Mann Nr. I. In den beiden Versuchen X und XV ergibt sich in der That die kleinste Zahl für die Sauerstoffaufnahme während der Nacht, die überhaupt bei Ruhe je vorkommt, nämlich 218 und 222 Grmm. Wenn man in Tabelle I die absoluten Mengen Kohlensäure und Sauerstoff in der Nacht bei dem Versuche XV vergleicht, so zeigt eine einfache Rechnung, dass der aufgenommene Sauerstoff eben hinreicht, um die wirklich beobachtete Kohlensäuremenge zu bilden; da aber neben dem Kohlenstoff jedenfalls noch Wasserstoff oxydirt wurde, so ist es nicht anders möglich, als dass ein Sauerstoffvorrath dazu verwendet worden ist.

Ziemlich sichere Anhaltspunkte zur Beurtheilung der Frage, ob sich die Aufspeicherung von Sauerstoff auch über die beiden Tageshälften eines Versuches hinaus erstrecken könne, gewähren die 24stündigen Stoffwechselgleichungen, wenn man die berechnete und die gefundene Sauerstoffmenge mit einander vergleicht.

Bezeichnung der Versuche.	Sauerstoffaufnahme		Differenz in Procenten.	Bemerkung.
	berechnet.	gefunden.		
Ruheversuche.				
Hunger I	731	780	+ 6	Die Differenz zeigt an, wie viel die gefundene Sauerstoffmenge grösser oder kleiner als die berechnete ist.
„ III	689	743	+ 7	
Mittlere Kost V . . .	765	709	— 8	
„ „ VI . . .	798	919	+ 13	
„ „ VII . . .	781	867	+ 10	
„ „ XV . . .	541	601	+ 9	
Eiweissreiche Kost X. .	820	850	+ 3	
„ „ XI .	845	876	+ 3	
Gleiche Kosthälfte XIV .	809	850	+ 5	
Eiweissfreie Kost XII .	668	808	+ 17	
Arbeitsversuche.				
Hunger IV	1192	1071	— 11	
Mittlere Kost VIII. . .	1146	945	— 20	
„ „ IX . . .	994	1006	+ 1	

Wir haben Eingangs unsern Maximalfehler für die Bestimmung des Sauerstoffs zu 10% angegeben. Es können also jedenfalls jene Fälle in Betracht kommen, in denen die Differenz 10% übersteigt. Das sind die Ruheversuche VI und XII, wo sich ein Plus ergiebt, und die Arbeitsversuche IV und VIII, wo sich ein Minus ergiebt. Dieses Ergebniss harmonirt sehr schön mit der Annahme einer Aufspeicherung von Sauerstoff, wie sie sich bei Vergleichung der beiden Tageshälften bereits herausgestellt hat. Bei den Ruheversuchen wird häufig mehr Sauerstoff aufgenommen als ausgegeben, bei den Arbeitsversuchen wird offenbar ein Sauerstoffvorrath im Körper verwendet, der während der Arbeit nicht gleich wieder ersetzt wird; bei dem Versuche VIII beträgt diese Differenz ein Fünftel der ganzen Menge.

Auf diese Aufspeicherung von Sauerstoff haben schon seit Langem manche Thatsachen mit aller Bestimmtheit hingedeutet. Die Untersuchungen von Regnault und Reiset enthalten eine zuerst von F. Sacc gemachte, später von Valentin[1]) bestätigte Beob-

[1]) Valentin, Beiträge zur Kenntniss des Winterschlafes der Murmelthiere in Moleschott's Untersuchungen zur Naturlehre Bd. II. S. 302.

achtung über den Winterschlaf der Murmelthiere, welche trotzdem, dass sie beständig Wasser und Kohlensäure an die umgebende Luft verlieren, nicht selten zwischen zwei Wägungen, wenn in diesem Zeitraum nicht gerade eine Harn- oder Kothentleerung erfolgt ist, eine Zunahme am Körpergewicht zeigen.

Was sich bei hungernden und schlafenden Murmelthieren zeigt, haben Regnault und Reiset auch beim hungernden Kaninchen und Hunde gefunden, und das nämliche hat sich nun auch beim Menschen ergeben, wie die Betrachtung der Verhältnisszahlen in der Respirationstabelle I klar hervortreten lässt, und wie wir bereits oben näher ausgeführt haben.

Die Versuche von Regnault und Reiset über die Respiration der Grasfresser, sowie unsere Versuche über die Fleischfresser hatten gezeigt, dass binnen 24 Stunden sehr regelmässige und constante Verhältnisse zwischen der Menge des aus der Luft aufgenommenen Sauerstoffes und der aus dem Blute ausgeschiedenen Kohlensäure je nach der Zusammensetzung der Nahrung sich ergeben. Wir haben auf diese Art eine sehr wohl zusammenstimmende Gleichung für die Einnahmen und Ausgaben eines 30 Kilo schweren Hundes bei reiner Fleischnahrung schon früher aufgestellt.[1]) Es gelang uns im Einzelnen nachzuweisen und zu zeigen, wie der Hund, nachdem er mit seiner Kost im Gleichgewicht war, mit ihr täglich alle seine Körperausgaben in Harn und Koth sowie in Respiration und Perspiration bestritt, wie viel er dazu Sauerstoff aus der Luft nöthig hatte und wirklich aufnahm. Wir sehen jetzt ein, dass Regnault und wir bloss desshalb constante Resultate für die Respirationsprodukte erhielten, weil wir einen so langen Zeitraum der Untersuchung unterworfen hatten. Hätten wir nur eine, oder 6, oder selbst 12 Stunden untersucht und nicht summarisch die innerhalb 24 Stunden, innerhalb Tag und Nacht wechselnden Zustände in unsere Beobachtung eingeschlossen gehabt, so hätten wir nicht die mindeste Uebereinstimmung zwischen Einnahmen und Ausgaben des Körpers erwarten dürfen, was auch andere Forscher bereits erfahren haben, die nur sehr kurze Zeiträume und nicht 24 Stunden beobachtet haben.

---

[1]) Annalen d. Chem. u. Pharmaz. 1862. 2. Suppl. Bd. S. 361.

Sczelkow[1]) hat unter Ludwig's Leitung höchst geistreiche Versuche über den Gasaustausch in verschiedenen Organen an Kaninchen angestellt und die in gleichen Zeiten aufgenommenen Mengen Sauerstoff und ausgeschiedenen Mengen Kohlensäure während 10 bis 20 Minuten lang beobachtet. Ludwig wusste aus den Versuchen von Regnault und Reiset mit aller Bestimmtheit, dass bei Kaninchen in 24 Stunden entsprechend der Zusammensetzung ihrer Nahrung durchschnittlich so viel Volume Kohlensäure ausgeschieden, als Sauerstoff aufgenommen werden, dass mithin dem Gewichte nach der in der Kohlensäure ausgeschiedene Sauerstoff genau so viel betragen muss, wie der durch die Lungen aufgenommene Sauerstoff. Sczelkow, dessen Versuche 10 bis 20 Minuten währten, hat äusserst selten dieses Verhältniss von 100 zu 100 gefunden, sondern meistens ein grösseres oder kleineres, und zwar in solchem Grade, dass die Verhältnisszahl von 100 bis 40 abwärts und 131 aufwärts schwankt. Ganz ähnliche Resultate hat eine neuere Arbeit in dieser Richtung von Kowalewsky[2]) unter Ludwig's Leitung ergeben.

Wir hatten beim Hunde, wenn wir die Untersuchung 24 Stunden lang fortsetzten, gefunden, dass die Zahl, welche das Verhältniss zwischen dem aus der Luft aufgenommenen Sauerstoff und dem in der ausgeschiedenen Kohlensäure enthaltenen ausdrückt, bei reiner Fleischkost 100 zu 82 ist, während die Rechnung 81.4 verlangt. Tritt neben Fleisch (oder Eiweiss) auch Fett in die Verbrennung ein, so verringert sich die Verhältnisszahl für den Sauerstoff in der Kohlensäure; treten daneben Kohlenhydrate ein, so erhöht sie sich. Bei Fett allein würden wir die Zahl 73, bei Zucker oder Stärke allein 100 haben. Die Zahl kann sich, wie wir früher gezeigt haben[3]), beim Hunde bei reichlicher Beimischung von Stärke oder Zucker zum Fleische und unter gewissen Verdauungszuständen be-

---

1) Sitzungsberichte der mathemat. naturwissenschaftl. Classe der k. k. Akademie zu Wien, Jahrgang 1862 Bd. 45 Abth. II S. 171.

2) Berichte der k. sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften, mathemat.-phys. Classe, Sitzung vom 30. Mai 1866.

3) Pettenkofer und Voit: Ueber die Ausscheidung von Wasserstoffgas bei der Ernährung des Hundes mit Fleisch und Stärkemehl oder Zucker. Sitzungsberichte, Jahrgang 1862 Bd. II S. 88.

trächtlich, selbst bis zu 140 erheben, in dem Maasse als die Kohlenhydrate zur Entwicklung von Wasserstoffgas und Grubengas Veranlassung geben.

Nimmt man aber unter normalen Zuständen nicht 24 Stunden zusammen, sondern nur eine Tageshälfte, so findet man Verhältnisszahlen, die ohne Berücksichtigung der andern Tageshälfte in Bezug auf die Zusammensetzung der Nahrung ohne allen Zusammenhang, ja geradezu absurd erscheinen. Setzt man z. B. bei dem Ruheversuch V am 31. Juli dieses Verhältniss an, so findet man, dass auf 100 am Tag aus der Luft aufgenommenen Sauerstoff 165 schon bloss in der ausgeschiedenen Kohlensäure enthalten sind, hingegen in der Nacht nur 58. Im Arbeitsversuche VIII am 3. August werden am Tag auf 100 aufgenommenen Sauerstoff sogar 218 Sauerstoff mit der Kohlensäure ausgeschieden, in der Nacht hingegen nur mehr 44.

Ludwig ist geneigt, trotz des Nichterscheinens der Kohlensäure doch eine mit der Sauerstoffaufnahme gleichmässig fortschreitende Bildung derselben für möglich zu halten, und deren nicht momentanes Erscheinen in der Respiration durch eine zeitweise Zurückhaltung im Blute und in den Organen zu erklären, etwa so, dass während der 10 oder 20 Minuten, welche der Versuch dauert, so viel Kohlensäure gebildet, aber zurückgehalten würde, als in darauffolgenden 10 oder 20 Minuten wieder mehr ausgeschieden werden könnte. Unsere Versuche aber zeigen, dass es sich unter Umständen um eine solche Aufspeicherung von Sauerstoff handelt, dass dessen Aequivalent Kohlensäure im Körper unmöglich so lange zurückgehalten werden könnte, jedenfalls ist dies nicht beim gesunden Menschen der Fall, bei dem die Differenz in der Menge und in der Zeit manchmal zu gross ist.

Bei kranken, oder verwundeten Organismen, bei Vivisektionen oder unter sonstigen abnormen Umständen kann vielleicht die Erklärung von Ludwig richtig sein; dass es aber wie beim gesunden Menschen auch bei gesunden Thieren ist, wenn sie unter normalen Umständen leben und athmen, hat Henneberg bereits in einer Reihe von Untersuchungen an grossen Wiederkäuern klar bewiesen.

Die landwirthschaftliche Versuchsstation in Weende bei Göttingen hat bekanntlich einen Respirationsapparat nach dem Muster des hiesigen gebaut, nur mit einer viel grösseren und anders eingerichteten Kammer, welche ausgewachsene Rinder aufzunehmen gestattet. Henneberg machte im Sommer des Jahres 1865, unterstützt von seinen beiden Assistenten Dr. Kühn und Dr. Hugo Schultze, bereits mehrere Reihen von Versuchen an zwei Ochsen, die 11 bis 12 Stunden im Respirationsapparate beobachtet wurden, und zwar ausschliesslich während der Tagstunden; von den 22 Versuchen wurde kein einziger bei Nacht angestellt. Henneberg gieng von dem nach dem Stande unseres bisherigen Wissens ganz gerechtfertigten Grundsatze aus, dass es bei dem scheinbar gleichmässig verdauenden Rinde gewiss genügend sein müsse, eine Respirationsbeobachtung 12 Stunden andauern zu lassen, und um die Grösse für 24 Stunden zu erhalten, das Resultat mit 2 zu multipliciren. Bisher hatte man sich ja vielfach mit Zeiträumen von weniger als einer Stunde begnügt und vom Resultat viel kürzerer Zeiträume auf 24 Stunden geschlossen. Die Zahlen, welche Henneberg für die während 12 Stunden (Tag) ausgeschiedene Kohlensäuremenge und den aufgenommenen Sauerstoff fand, konnten weder mit den Zahlen von Regnault und Reiset für Grasfresser, noch mit den Zahlen von uns für Fleischfresser in irgend eine vernünftige Beziehung oder in Zusammenhang gebracht werden; sie erschienen von unserm bisherigen Standpunkte aus betrachtet geradezu als räthselhafte Absurditäten, und es wurde die Fortsetzung der Versuche zur Lösung dieser Räthsel auf später verschoben.

Wir geben hier aus den Weender Versuchen von 1865 mehrere Zahlen, die uns Henneberg inzwischen zu diesem Zwecke mitgetheilt. Bei einem Ochsen I mit 640 Kilo mittlerem Körpergewicht wurden drei, bei einem andern Ochsen II mit 710 Kilo mittlerem Gewicht wurden fünf Fütterungsreihen angestellt. Bei jeder Reihe wurden mindestens zwei, öfter auch drei, einmal selbst vier Respirationsversuche gemacht, und das Mittel daraus genommen. Die Gewichte in der folgenden Tabelle sind als Gramme zu verstehen.

Weender Respirations-Versuche 1865.

Fütterungsreihen.	Innerhalb 24 Stunden: Verzehrtes Futter	Verdaute Nährstoffe (Futter minus Koth).	Harnstoff-Aequivalent des Stickstoffs im Harn.	Respirationsproducte innerhalb 12 Tag-Stunden: Anzahl der Versuche.	Mittlere Temperatur ° R.	Ausgeschieden: Kohlensäure.	Ausgeschieden: Wasser.	Ausgeschieden: Grubengas (CH_2).	Ausgeschieden: Wasserstoff.	Aufgenommener Sauerstoff.	Sauerstoff in der ausgeschiedenen Kohlensäure.	Auf 100 aufgenommenen Sauerstoff kommen Sauerstoff in der Kohlensäure.
Ochs I.												
1. Vom 18. Mai bis 18. Juni 1865	4095 Kleeheu, 4910 Haferstroh, 235 Bohnenschrot, 1420 Stärke, 475 Rohrzucker, 170 Salz, 35875 Wasser — (bei 638 Kilogrmm. mittlerem Körpergewicht)	345 N-haltig 5045 N-frei	128	2	14.8	3728	4480	25	—	2073	2710	131
2. Vom 23. Juni bis 3. Juli	4385 Kleeheu, 5260 Haferstroh, 75 Kochsalz, 31600 Wasser — (bei 643 Kilogrmm. mittlerem Körpergewicht)	405 N-haltig 3620 N-frei	139	3	16.6	2985	3665	28	—	1255	2170	173
3. Vom 14. bis 19. August	4435 Kleeheu, 5320 Haferstroh, 75 Kochsalz, 31975 Wasser — (bei 660 Kilogrmm. mittlerem Körpergewicht)	375 N-haltig 3650 N-frei	128	3	17.3	3210	3450	23	28	1610	2335	145
Ochs II.												
4. Vom 26. Mai bis 11. Juni	4960 Kleeheu, 5950 Haferstroh, 3620 Bohnenschrot, 1240 Stärke, 75 Kochsalz, 55775 Wasser — (bei 697 Kilogrmm. mittlerem Körpergewicht)	1220 N-haltig 6230 N-frei	342	2	16.2	4638	5310	25	—	1745	3373	193
5. Vom 18. bis 27. Juni	4955 Kleeheu, 5950 Haferstroh, 250 Bohnenschrot, 1985 Stärke, 180 Salz, 44700 Wasser — (bei 701 Kilogrmm. mittlerem Körpergewicht)	405 N-haltig 5585 N-frei	171	4	17.6	4158	4851	28	—	1855	3025	163
6. Vom 3. bis 13. Juli	4970 Kleeheu, 5965 Haferstroh, 200 Bohnenschrot, 3230 Stärke, 180 Salz, 51100 Wasser — (bei 715 Kilogrmm. mittlerem Körpergewicht)	405 N-haltig 6085 N-frei	128	3	20.4	4505	6955	25	—	2490	3278	132
7. Vom 20. Juli bis 7. August	5000 Kleeheu, 6000 Haferstroh, 3700 Bohnenschrot, 75 Kochsalz, 56100 Wasser — (bei 713 Kilogrmm. mittlerem Körpergewicht)	1280 N-haltig 5505 N-frei	364	8	16.0	4898	5580	15	—	1378	3563	259
8. Vom 14. bis 30. August	4985 Kleeheu, 5980 Haferstroh, 3640 Bohnenschrot, 1245 Stärke, 75 Kochsalz, 56100 Wasser — (bei 726 Kilogrmm. Körpergewicht)	1220 N-haltig 6300 N-frei	310	2	16.2	5248	5423	25	20	1723	3818	232

Aus diesen zahlreichen Versuchen geht klar hervor, dass die am Tag ausgeschiedene Kohlensäure viel mehr Sauerstoff enthält, als dem zu gleicher Zeit aufgenommenen Sauerstoff entspricht. Bei diesen Versuchen fällt auch die Möglichkeit hinweg, die oft so bedeutende Ueberschreitung der mittleren Verhältnisszahl von 100, welche bei Grasfressern die Regel ist, etwa auf Kosten der Bildung einer ganz abnormen Menge Wasserstoff oder Grubengas zu erklären, denn beide Gase sind ja stets bestimmt worden und haben sich in so geringer Menge bemerkbar gemacht, dass damit nichts erklärt werden könnte. Da der Maximalfehler des Weender Apparates, der bei diesem wegen seiner Dimensionen und der grossen Ventilation für einen Ochsen grösser als beim hiesigen ist, durch Controlversuche ermittelt ist, aber auch nicht entfernt die beobachteten Schwankungen der Verhältnisszahl erklärt, so bleibt nichts übrig, als anzunehmen, dass der am Tag in Form von Kohlensäure erscheinende Sauerstoff grösstentheils in der vorausgehenden Nacht aufgenommen war. Henneberg wird die Versuche nun wieder aufnehmen und auch die zweite Hälfte des Tages, während das Thier bei Nacht ruht, untersuchen.

Die Weender Zahlen sind aber jetzt schon vom grössten Werthe. Wenn man die sämmtlichen Verhältnisszahlen der verschiedenen Fütterungsreihen mit den Zahlen vergleicht, welche in der Rubrik für den in 24 Stunden durch die Nieren ausgeschiedenen Stickstoff, der der Einheit wegen auf Harnstoff berechnet angegeben ist, und als ein zuverlässiges Maass für die in 24 Stunden umgesetzten stickstoffhaltigen, eiweissartigen Bestandtheile des Futters angesehen werden darf, so leuchtet sofort eine innige Beziehung zwischen beiden Rubriken hervor. Ganz ausnahmslos zeigt sich nämlich bei jedem Thier und bei jedem Versuche, dass die Verhältnisszahl mit der Harnstoffzahl steigt und fällt. In Worten ausgedrückt heisst das soviel, als: mit der Vermehrung des Eiweisses in der Nahrung steigt die Fähigkeit des Körpers, zu gewissen Zeiten Sauerstoff aufzuspeichern.

Diese merkwürdige Thatsache stimmt namentlich sehr gut zu unsern Versuchen X und XI mit eiweissreicher Kost am Menschen, welche den Rythmus der Sauerstoffaufnahme gegenüber dem der

Kohlensäureabgabe so beträchtlich auch schon am Tage zu ändern vermochte. Warum bei den 22 Versuchen von Henneberg mit Ochsen die Zeit der Sauerstoffaufspeicherung so ausschliesslich auf die Nacht fällt, während sie beim Menschen mit eiweissreicher Kost auch am Tage eintritt, wird die Fortsetzung der Versuche in Weende und in München entscheiden; uns scheint die Menge der verdauten Eiweisskörper und die Zeit ihres Ueberganges in den Säftestrom maassgebend zu sein. Durch die Frage ob bei Tag oder Nacht, wird das Wesen der Sache nicht im mindesten verändert und die physiologische und biologische Tragweite der Thatsache hat dadurch nur gewonnen, dass sie aus der anfangs etwas mystischen Beleuchtung zwischen Tag und Nacht, Wachen und Schlafen, in der wir sie selber nach den Versuchen V und VIII zuerst erblickten, namentlich durch die Versuche X und XI bereits in ein etwas helleres Licht getreten ist.

Unser Organismus besitzt im Zustande der Gesundheit wirklich die Fähigkeit, nicht nur während der Nacht, was vielleicht manchem Laien anziehender und fasslicher erscheinen möchte, sondern unter gewissen Bedingungen auch bei Tag einen Vorrath von Sauerstoff in sich zu sammeln, um ihn erst später zur Kohlensäurebildung zu verwenden. Es wird für alle Organe bestimmte Grade der Sättigung mit Sauerstoff geben, wie es einen für das Sauerstoff zuführende Organ, für das Blut, gibt. Aufgabe fernerer Forschung ist es, alle Umstände zu ermitteln, welche auf den zeitlichen Rythmus der Sauerstoffaufnahme von Einfluss sind; einstweilen begnügen wir uns, nachgewiesen zu haben, dass Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureabgabe bis zu einem gewissen Grade zeitlich von einander unabhängig sind, während man bisher allgemein das Gegentheil annahm.

Die Trennung der 24 stündigen Versuche in zwei Zeithälften (Tag und Nacht) hat noch zwei Thatsachen von grosser Bedeutung ausser Zweifel gestellt, nämlich dass der hungernde Mensch in den 12 Tagesstunden bei Ruhe und Arbeit soviel Sauerstoff in sich aufnimmt, als zur Oxydation des umgesetzten Eiweisses und des im Kohlenstoff der Respiration austretenden Fettes nothwendig ist, und ferner dass an Arbeitstagen während der Arbeit auch nicht vorübergehend mehr Eiweiss zersetzt wird.

Die Stoffwechselgleichungen für 24 Stunden, die wir oben mitgetheilt, lassen sich nämlich theilweise auch für 12 Stunden herstellen, insoferne es kein ungleicher Zustand in der Verdauung unzulässig macht. Das sind also jedenfalls die Hungerversuche I, III, IV und Versuch XIV mit gleicher Vertheilung der Kost auf die zwei Tageshälften.

Im Versuch I haben wir einen Stickstoffverlust des Körpers am Tage von 6.83 Grmm., was 201 Grmm. frischem Fleische entspricht, welches trocken

C	25.0	Grmm.
H	3.5	„
O	10.3	„
N	6.83	„

enthält. In der Bilanz für den Tag finden sich aber 119.3 Grmm. Kohlenstoff ausgegeben, es sind mithin 94.33 Grmm. Kohlenstoff noch von einer andern kohlenstoffhaltigen Substanz genommen worden. Diese Kohlenstoffmenge entspricht 123 Grmm. Fett, welches nebstdem 14.64 Grmm. Wasserstoff und 14.27 Grmm. Sauerstoff enthält. Zieht man den gefundenen Kohlenstoff-, Wasserstoff- und Sauerstoffgehalt des Harns von den Elementen des zersetzten Fleisches ab, so bleiben

20.75	Grmm.	C
2.40	„	H
6.30	„	O

Addirt man hiezu die Elemente von 123 Grmm. Fett, so hat man

115.8	Grmm.	C
17.04	„	H
20.57	„	O

Diese Menge Kohlenstoff und Wasserstoff bedarf 306.8 + 136.3, im Ganzen also 443.1 Grmm. Sauerstoff zur Verbrennung. Da aber in der Gruppe, die für die Respiration bleibt, schon 20.6 Grmm. Sauerstoff enthalten sind, so sind aus der Atmosphäre nur mehr 422.5 Grmm. aufzunehmen. Der Versuch I ergiebt am Tage eine Sauerstoffaufnahme von 450 Grmm. Es wäre hienach nur sehr wenig mehr Sauerstoff condensirt worden, als zur Verbrennung nothwendig ist, und man sieht, dass jedenfalls wesentlich nur Fleisch und Fett verbrannt sind.

Berechnet man in gleicher Weise die Bilanz für die Nacht, so ergeben sich aus Fleisch und Fett 83.78 Grmm. Kohlenstoff und 12.45 Grmm. Wasserstoff mit 13.99 Grmm. Sauerstoff für die Respiration, zu deren vollständiger Verbrennung 309 Grmm. Sauerstoff aus der Luft nöthig sind, während eine Aufnahme von 330 Grmm. beobachtet worden ist, was also wieder etwas zu viel ist. Das stimmt sehr genau mit unserm obigen Satze überein, dass hungernde Organismen in der Ruhe stets etwas mehr Sauerstoff aufnehmen, als zur Verbrennung ihrer der Zersetzung anheimfallenden Körpersubstanz nothwendig wäre, dass sie im Wesentlichen aber nur von Fleisch und Fett leben.

Für den Hungerversuch III berechnet sich am Tage eine Sauerstoffaufnahme von 391, während 419, also 28 Grmm. zu viel, beobachtet wurden. Für die Nacht-Hälfte berechnen sich 313, während 323, also 10 zu viel, beobachtet wurden.

Anders verhält sich Versuch IV, Hunger mit Arbeit. Da berechnen sich für den Tag 941 Grmm. Sauerstoff, während 922, mithin 19 zu wenig, aufgenommen wurden, es ist also am Tage während der Arbeit wie bei Ruhe eine Masse von der Zusammensetzung des Fleisches und Fettes oxydirt worden. Für die Nacht berechnet sich aber unter der Voraussetzung, dass nur Fleisch oder Fett zersetzt worden sind, eine Sauerstoffaufnahme von 255 Grmm., während nur 150, also 105 zu wenig, gefunden wurden. Um dieses Resultat zu erklären, muss man entweder eine vorausgegangene Aufspeicherung und Verwendung von Sauerstoff annehmen, oder man müsste annehmen, dass in der Nacht nach der Arbeit neben Eiweiss nicht nur Fett, sondern auch eine an Sauerstoff viel reichere Kohlenstoffverbindung verbrannt wäre, die weniger Sauerstoff erfordern würde.

Wir halten die letztere Deutung nicht gerade für völlig unmöglich, aber doch nicht für wahrscheinlich, da eine Sauerstoffaufspeicherung oder eine Zehrung von einem Vorrath daran nach unsern Versuchen feststeht und die an Sauerstoff reichere Verbindung sich keinesfalls während des Tages durch die Arbeit gebildet haben kann, weil am Tage die aufgenommene und berechnete Sauerstoffmenge genau übereinstimmen.

Während der Muskelbewegung ist also die Zersetzung quali-

tativ die nämliche wie bei der Ruhe, aber nach der Arbeit beobachteten wir mehr Sauerstoff in den gasförmigen Zersetzungsprodukten als unterdessen von Aussen aufgenommen worden ist; letzteres steht wohl in Zusammenhang mit der Beobachtung von Ludwig und Sczelkow, die das Gleiche bei der Muskelcontraction wahrnahmen.

Für den Versuch XIV mit den gleichen Kosthälften Morgens und Abends berechnen sich für den Tag 420 Grmm. Sauerstoff, während 397 beobachtet sind, für die Nacht 374, während 453 beobachtet sind; es hat somit während der Nacht eine nicht unbeträchtliche Aufspeicherung stattgefunden.

Dass bei der Arbeit nicht mehr Eiweiss zersetzt wird, als in der Ruhe, wird zwar jetzt bereits so allgemein angenommen und selbstverständlich gefunden, als es vor mehreren Jahren, als einer von uns diese unerwartete Thatsache zuerst fand, mit aller Heftigkeit und Zuversicht bestritten worden ist, — aber wir halten es doch nicht für überflüssig nochmals darauf hinzuweisen, weil die vorliegenden Versuche am normalen Menschen angestellt und der 24stündige Versuch stets in zwei 12stündige Beobachtungen zerfällt. Mit unsern gegenwärtigen Zahlen lässt sich direkt beweisen, dass bei der Arbeit weder im Ganzen, noch zeitweis eine gesteigerte Eiweisszersetzung auftritt. Die Harnstoffzahlen der drei Arbeitsversuche bei Tag und Nacht (Respirationstabelle I) sind $\frac{11.9}{13.1}$, $\frac{20.1}{16.2}$ und $\frac{18.9}{18.4}$. Das sind die gleichen Verhältnisse, welche man auch bei Ruhe beobachtet. Durchschnittlich kommt in der ersten Tageshälfte, wenn sich der Mensch mit einer Kost im Gleichgewicht befindet, und auch im Hunger etwas mehr Harnstoff als bei Nacht. Auffallend ist, dass bei den Versuchen mit mittlerer Kost, von denen zwei im Sommer und drei im Winter gemacht worden sind, sich offenbar ein verschiedener Rythmus in der Harnstoffausscheidung zwischen Tag und Nacht geltend macht: wir haben im Sommer $\frac{21.5}{15.7}$ und $\frac{20.1}{16.2}$, im Winter $\frac{17.8}{17.6}$, $\frac{19.2}{18.0}$ und $\frac{18.9}{18.4}$. Im Sommer ist die Differenz entschieden grösser, welcher Unterschied in der Schwankung der Sauerstoffaufnahme zwischen Tag und Nacht ein Analogon findet; es ist möglich, dass der Mann im Sommer die nämliche Kost erst in längerer Zeit verdaut hat, als im Winter.

Ueber die Quelle der Muskelkraft.

Dass bei Arbeit mehr Eiweiss zersetzt werde, als in der Ruhe, wurde früher ganz allgemein geglaubt, ja man ging so weit, dass man meinte, aus der Vermehrung des Harnstoffes auf die Grösse einer Arbeitsleistung schliessen zu dürfen. Dieser Glaube hatte ganz feststehende Thatsachen aus der täglichen Erfahrung zur Grundlage. Wusste doch jedermann, wie sehr eine Erhöhung des Eiweissgehaltes im Futter die Muskelleistung unserer Nutz- und Hausthiere zu erhöhen im Stande ist. Ein mit Haber gefüttertes Pferd ist ganz anderer Leistungen im Ziehen und Laufen fähig, als ein bloss mit Gras und Heu ernährtes. Dasselbe gilt für den Menschen — ein mit eiweissreicher Kost genährter Arbeiter vermag viel mehr mechanische Arbeit zu leisten, als der, welcher nur Kartoffel und Brod geniesst. Playfair[1]) hat über die verschiedene Leistungsfähigkeit bei verschiedenem Gehalte der Nahrung an Eiweiss sowohl bei Menschen als bei Thieren höchst lehrreiche und schlagende Beispiele beigebracht.

Seit man nun den Stoffwechsel bei Ruhe und Arbeit vergleichend untersucht, findet man, dass bei eiweissreicher Nahrung sich wohl überhaupt mehr Eiweiss im Ganzen umsetzt als bei eiweissarmer, aber man findet keinen Unterschied in diesem Umsatz, der durch Ruhe oder Bewegung hervorgerufen würde. Wir finden, dass bei gesteigerter Muskelanstrengung der Eiweissumsatz ebenso gross, wie bei völliger Ruhe, hingegen die Kohlensäure- und Wasserausscheidung und die Sauerstoffaufnahme und der Wärmeabfluss nach aussen vermehrt ist.

Man schloss daraus jedenfalls sehr vorschnell, dass das Eiweiss die mechanische Kraft der Muskeln nicht zu liefern vermag, und M. Traube[2]) zuerst, und nach ihm Fick und Wislicenus[3]) und Frankland[4]) haben den Satz aufgestellt, dass die eigentliche Kraftquelle in der Verbrennung des Fettes — überhaupt stickstofffreier

---

[1]) Playfair, on the food of Man in relation to his useful Work, Edinburgh 1865.

[2]) M. Traube, Arch. f. patholog. Anat. 1861 Bd. 21 S. 386.

[3]) Fick u. Wislicenus, Vierteljahresschr. d. Zürch. naturf. Ges. Bd. 10, S. 317.

[4]) Frankland, Royal Institution of Great Britain, 8. June 1866.

Körperbestandtheile zu suchen sei, dass die Harnstoffausscheidung nur Folge einer beständigen Abnützung der Apparate (der Gewebstheile) sei, die aus Eiweisskörpern aufgebaut seien. Wie Kohle unter einem Dampfkessel verbrannt eine Dampfmaschine bewege, so liefere das Fett und die Kohlehydrate bei ihrer Oxydation im Körper zu Kohlensäure und Wasser die Kraft für unsere mechanischen Leistungen.

Mit dieser Ansicht wollen sich Viele, und darunter sind auch wir, nicht befreunden. Sie hat von vorneherein schon das gewiss sehr berechtigte Vorurtheil gegen sich, dass sie dem notorisch höchst bedeutenden Einfluss des Eiweissgehaltes der Nahrung und des Körpers und damit einer grossen Reihe von allgemein bekannten Thatsachen keine Rechnung zu tragen vermag. Man könnte zwar sagen, dass durch einen zu geringen Eiweissgehalt der Nahrung nicht die Kraftquelle verringert, sondern nur der Zustand der Maschine mangelhafter werde, indem die Abnützung des Apparates nicht im gleichen Maasse ausgeglichen werde, — aber beim Lichte besehen, ist die ganze Ansicht von einer solchen Abnützung nichts weiter als eine blosse Redensart. Was müsste das für eine Maschine sein, deren Abnützung beim Gebrauch und Nichtgebrauch gleich gross wäre! Das Muskelorgan ist an unserm Körper das der Masse nach bei weitem überwiegendste. Wenn nun bei Ruhe und Arbeit der Eiweissumsatz sich gleich bleibt, so kann man denselben unmöglich als von einer Abnützung herrührend betrachten, denn diese müsste bei der Arbeit doch grösser werden; gerade weil der Umsatz nicht grösser wird, kann man ihn auch nicht als eine Abnützung auffassen.

Das heut zu Tage so beliebte Bild von der Dampfmaschine in seiner Anwendung auf die Entstehung der Muskelkraft ist jedenfalls kein glücklich gewähltes, da wir in unserm ganzen Körper nichts haben, was nur im entferntesten mit den Einrichtungen einer Dampfmaschine vergleichbar wäre. Dass im Organismus niemals die bereits durch Verbrennung entwickelte Wärme wieder in eine mechanische Bewegungserscheinung umgesetzt werden kann, wie wir es bei einer Dampfmaschine wahrnehmen, darüber sind die grössten Autoritäten mit sich einig; denn im Körper fehlt absolut eine

der wesentlichen Bedingungen für eine gute Dampfmaschine, nämlich die unerlässliche Temperaturdifferenz zwischen Kessel und Condensator (Clausius). In unserm Körper, der doch einer guten Maschine vergleichbar ist, spielt das gerade Gegentheil eine Hauptrolle; unsere Organe dürfen nie wärmer und kälter werden, sie müssen eine stets gleiche Temperatur, nämlich die des Blutes, unter den wechselndsten äussern Umständen bewahren, in der Polarzone und im Tropenklima, und nichts setzt ihrer Thätigkeit schneller und verderblicher eine Grenze, als eine merkliche Abweichung von dieser Gleichmässigkeit der Temperatur.

Man kann sagen, die Vertreter der Ansicht von der Entstehung der Muskelkraft durch Verbrennung von Fett behaupteten ja nicht geradezu, dass die in unserem Körper schon einmal durch einen chemischen Process freigewordene Wärme nochmal in mechanische Bewegung übergehe, sondern dass dieser chemische Process, dem das Fett unterliegt, theils Kraft für mechanische Leistungen, theils Wärme liefere. Darüber sind wohl alle einig, dass die mechanische Kraftleistung irgend eine Quelle haben müsse, dass das Gesetz der Erhaltung der Kraft auch im lebendigen Organismus keine Ausnahme erleiden könne, dass also auch unsere Muskelkraft nicht aus Nichts entstehe. Eine andere Frage aber ist, in wie weit wir die bei der Bewegung auftretenden Zersetzungserscheinungen als direkte Quellen für die Muskelkraft oder als bloss sekundäre Erscheinungen ansehen dürfen. Wir wollen hierüber unsere vorläufigen Ansichten darlegen.

In Dingen, die der menschliche Geist noch nicht klar erkannt hat, zu welcher Art der vorliegende Gegenstand jedenfalls gehört, drängt es ihn zunächst nach Bildern und Gleichnissen. Gegenwärtig ist das Bild von der Dampfmaschine sehr beliebt. Einer von uns (P.) hat bei einer früheren Gelegenheit diesem modernen Bilde ein anderes älteres Bild der Mechanik gegenüber gestellt. Er hat gesagt, dass er sich seit der Entdeckung von der unveränderten Grösse der Eiweisszersetzung bei Ruhe und Arbeit die daraus entwickelte Kraft wie eine Wasserkraft oder einen Mühlbach vorstelle, der gleichmässig dahingehe, unbekümmert darum, wie viel die in ihm liegende Kraft ausgenützt wird oder nicht. Der Wille lasse sich mit dem

Müller vergleichen, und die Muskeln mit den mechanischen Einrichtungen der Mühle. Der Müller kann, ohne dass der Bach grösser oder kleiner zu werden braucht, mit ganzem, halbem, mit viertel und achtel Wasser arbeiten; es kommt darauf an, wie viel und auf wie viel Gängen er mahlen will, ob auch seine Sägemühle gehen soll u. s. w. Aber das gibt jedermann zu, dass ein kleiner Bach dem Unternehmungsgeiste des Müllers früher Gränzen setzen wird, als ein grösserer Wasserreichthum, und in so ferne wäre es auch begreiflich, dass der Haber einem Pferde mehr Kraft gibt als das Heu, und dass ein wohlgenährter Mensch mehr Arbeit leisten kann, aber nicht leisten muss, als ein ausgehungerter, dessen Mühlgerinne nur zur Hälfte oder zum dritten Theile Wasser haben.

Wenn die Einrichtungen und Vorgänge in einer Mühle dem menschlichen Geiste noch so ferne lägen und in solches Dunkel gehüllt wären, wie der Organismus, so könnte ein aussenstehender exacter Beobachter leicht zu dem irrigen Schlusse verleitet werden, nicht das Wasser, an dem die Mühle allerdings jederzeit so ausnahmslos liegt, als unsere Nahrung unerlässlich Eiweiss enthalten muss, wenn sie Kraft geben soll, setze die Mühle in Bewegung, sondern das Getreide, welches die Landleute in die Mühle führen, oder wenn es eine Sägmühle ist, die Bäume, die aus dem Walde kommen. Erst da steigere sich die Thätigkeit und das Leben in der Mühle. Die Mühle mahle oft sehr lebhaft und lange, dann wieder gar nicht, das Wasser aber bleibe immer dasselbe; nicht nach der Menge Wasser im Bach, sondern nach der Menge Mehl, die erzeugt werde, sei die Kraft einer Mühle zu bemessen. Es ist gewiss nicht undenkdar, dass die gesteigerte Kohlensäureausscheidung bei der Arbeit gegenüber der sich gleichbleibenden Eiweisszersetzung dieselbe sekundäre Rolle spielen könnte, wie eine zeitweis grössere Menge Mehl oder die Sägespäne gegenüber der gleichbleibenden Wasserkraft einer Mühle.

Man weiss, mit welcher Nahrung man in England Rennpferde und Boxer für ungewöhnliche Muskelarbeit erzieht, nicht Fett und Kohlehydrate, sondern viel Eiweiss (in Haber und Fleisch) muss gereicht werden. Ein Vorrath von Fett (Fettleibigkeit) wird nirgends als ein Vorzeichen der Muskelkraft angesehen, welche in der

Regel mit Magerkeit verbunden ist. Die Zunahme der Kraft, der Arbeitsleistung eines Körpers erfolgt sehr langsam und allmälig und verhält sich durchaus nicht proportional der Menge der Verbrennungsprodukte, die er innerhalb 24 Stunden liefert.

Wir haben bei unsern Versuchen mit einem Diabetes- und einem Leukämie-Kranken die Erfahrung gemacht, dass ein Mensch beim besten Appetit und bei der besten und reichlichsten Kost doch zu jeder Muskelanstrengung absolut unfähig sein kann. Beim Diabetiker könnte man noch sagen, er habe desshalb keine Kraft, weil er eben den Zucker nicht verbrenne, sondern im Harne ausscheide; gerade der Zucker, die stickstofffreie Substanz, würde ihm bei der Verbrennung die Kraft wieder geben. Diese Anschauung muss aber sofort fallen, wenn man die Resultate beim Leukämiker ins Auge fasst. Dieser isst und verdaut so viel als ein Gesunder, scheidet keinen Zucker, überhaupt nichts in einem unverbrannten Zustande ab, er verhält sich in dieser Hinsicht wie jeder Gesunde, — und doch erlangen seine Muskeln nicht die geringste Kraft, ja er ist noch kraftloser als der Diabetiker.

Wenn wir schlechtgenährte Menschen oder Reconvalescenten, die in ihren Kräften seit langer Zeit und sehr herabgekommen sind, wieder kräftig nähren, so können sie viele Tage lang schon ganze Kost geniessen, ohne in den Besitz ihrer vollen Muskelkraft zu gelangen, was nur ganz allmälig wieder geschieht, selbst wenn die Verdauung gut ist.

Im Gegensatz hiezu steht der gutgenährte Gesunde, welcher einen und zwei Tage lang ohne jede Nahrungszufuhr noch der grössten Muskelanstrengungen fähig sein kann. Es gibt überhaupt noch viele Thatsachen, welche, wie die eben angegebenen mit Bestimmtheit darauf hindeuten, dass unsere Muskelkraft mit irgend einer Vorrathskammer von Kraft, mit einer Art Reservoir oder einer Art gespannter Feder in Zusammenhang sein müsse. Auch die Nothwendigkeit und die Wirkung der Arbeitspausen, der Ruhe, deutet darauf hin, als zehre die Muskelthätigkeit theilweise von schon vorbereiteten und aufgespeicherten Spannkräften, die nach unsern Anschauungen alle der Zersetzung des Eiweisses entstammen,

und zu deren momentaner Auslösung vielleicht das Austreten von Sauerstoff durch Bildung von Kohlensäure und Wasser aus Fett gehört. Bei Diabetes- und Leukämie-Kranken scheint das Reservoir einen grossen Leck zu haben und sich nicht mehr füllen zu können, während es sich bei Reconvalescenten wieder allmälig füllt.

Eine Rechnung, wie sie Fick und Wislicenus aufgestellt, könnte erst dann Beachtung erlangen, wenn erwiesen wäre, dass bei der Muskelthätigkeit die Verwendung eines gesammelten Vorrathes nicht in Betracht kommen könnte, dass der Mensch wirklich jeden Tag an Kraft ausgibt, was er erzeugt hat. Der Vorgang der Aeusserung der Muskelkraft ist ein viel zu complicirter, als dass man so ohne weiteres die Quelle der Kraft in die Oxydation von Fett oder Zucker verlegen könnte, bloss aus dem Grunde, weil bei der Muskelcontraktion mehr Kohlensäure erscheint. Wer dies behaupten will, muss auch den Nachweis liefern, dass von der Wärmemenge, welche bei der Verbrennung von Fett während der Arbeit geliefert worden, der als lebendige Kraft für die Arbeit benützte Theil in der nach Aussen abgegebenen Wärme fehlt.

Zur Verbrennung von Fett und Zucker gehört Sauerstoff. Der Sauerstoff gelangt aber nur durch Vermittlung der Eiweisskörper in uns. Unser Blut condensirt, wie aus unsern Arbeitsversuchen hervorgeht, in 24 Stunden mehr als ein Kilo Sauerstoffgas aus der Luft, und dieses muss, ehe es in den Verbrennungsprodukten wieder austritt, in den activen Zustand versetzt werden, wie uns Schönbein für alle Zeiten gelehrt hat. Diese Condensation besorgen einzig und allein die Eiweisskörper. Aus unserm Versuch XV geht deutlich hervor, dass ehe entsprechend einer reichlicheren Nahrung auch mehr Kohlensäure ausgeschieden wird, zuvor auch eine grössere Menge Sauerstoff aufgenommen werden muss, dass aber der Körper diese Fähigkeit nicht auf einmal, sondern erst allmälig erlangt. Also selbst wenn man die Verbrennung von Fett auch als die nächste Quelle der Muskelkraft annehmen wollte, so wären die Eiweisskörper am Vorgange immerhin noch mit ihrer beträchtlichen Arbeit der Sauerstoffcondensation wesentlich betheiligt, und es ist ohne diese Rolle der Eiweisskörper keine Verbrennung von Fett und auch keine Entstehung von Kraft denkbar. Das Ineinandergreifen

der Theile des Oxydationsvorganges im Organismus ist noch zu geheimnissvoll, um darüber bestimmte Ansichten aufstellen zu können.

Der Muskel entzieht dem Blute beständig Sauerstoff und wie wir aus den Versuchen von Ludwig und Sczelkow[1]) wissen, der arbeitende beträchtlich mehr, als der ruhende. Der Muskel hat den Sauerstoff jedenfalls noch fester gebunden, als das Blut; dem Blute lässt sich derselbe im Vacuum noch entziehen, dem Muskel keiner mehr, wie aus den Versuchen von L. Hermann[2]) sehr deutlich hervorgeht. So lange aber der Muskel contraktions- (lebens-) fähig bleibt, entwickelt er bei der Contraktion Kohlensäure, welche auch dieser Forscher nicht von dem Vorgange der Muskelarbeit unabhängig ansieht. Hermann ist zwar geneigt, diese Kohlensäurebildung von einer Art Gährung abhängig zu denken, aber es ist uns wahrscheinlich, dass sie als Oxydation auf Kosten des vom Muskel dem Blute entzogenen Sauerstoffes aufzufassen sei, in welcher Annahme uns das höchst merkwürdige Resultat des Versuches von Hermann über das Verhalten des Muskels im Stickoxydgas bestärkt.

Wir denken uns, dass durch die Sauerstoffaufnahme in die Organe und durch das sich gleichmässig zersetzende Eiweiss eine Spannkraft angesammelt wird, die auch bei der Ruhe allmählig verbraucht wird und die wir nach Willkühr in mechanische Arbeit verwandeln können. Während der letzteren wird auf eine noch unbekannte Weise der Sauerstoff veranlasst, sich mit einer den Muskeln nicht angehörigen kohlenstoffhaltigen Substanz (dem Fett) zu verbinden, die dann unter Erzeugung derselben Wärmemenge verbrennt, wie ausserhalb des Körpers.

Wir legen vorläufig dieser Hypothese keinen Werth bei, aber wir werden Versuche anstellen, ob eine andere Hypothese wahrscheinlicher ist. Unsere Versuche an hungernden Menschen haben eine Grundlage gegeben, die uns für derartige Versuche brauchbar erscheint. Wir wissen jetzt, dass der normale Mensch im Hunger seinen Haushalt bei Ruhe und Arbeit mit den Elementen des Fleisches und Fettes von seinem Körper und mit Sauerstoff

---

[1]) A. a. O.

[2]) L. Hermann, Unters. über d. Stoffwechsel der Muskeln, 1867.

aus der Luft bestreitet; wir wissen ferner, dass er bei Arbeit nicht mehr Eiweiss zersetzt, als in der Ruhe, aber mehr Fett. In 24 Stunden beträgt die verbrauchte Fettmenge bei Ruhe im Mittel aus Versuch I und III 209 Grmm., bei Arbeit (Versuch IV) 380 Grmm. Noch grösser wird die Differenz, wenn man die Nachthälften ausser Betracht lässt und nur die beiden Taghälften bei Ruhe und Arbeit vergleicht; da ergeben sich für den Ruheversuch bei Tag 116 und für den Arbeitsversuch bei Tag 307 Grmm. Fettverbrauch, also mehr als das $2^1/_2$ fache. Man kann nun untersuchen, wie viel 116 Grmm. Fett, in 12 Stunden in der Ruhe verbrannt, Wärme nach Aussen abgeben und dann vergleichen, wie viel Wärme nach Aussen abgegeben wird, wenn bei Arbeit in der gleichen Zeit 307 Grmm. Fett verbrennen. Ist die Wärmeabgabe nach Aussen beim Arbeitsversuche um das höher, als beim Ruheversuche, um was die Menge des zerstörten Fettes grösser ist, dann fängt die Traube-Fick'sche Hypothese an, sehr unwahrscheinlich zu werden, während wenn die beim Arbeitsversuche abgegebene Wärme viel geringer, d. h. der geleisteten Arbeit entsprechend geringer gefunden wird, sie dann an Wahrscheinlichkeit gewinnt. Wenn aber bei Hunger und Arbeit die Wärme und die mechanische Leistung durch die unterdessen verbrannte Eiweiss- und Fettmenge nicht gedeckt werden, dann ist ausser Zweifel gestellt, dass der Körper von einer aufgespeicherten Kraft gearbeitet hat, die dann von nichts anderem herrühren kann, als von Eiweiss, wenn man die oben angegebenen allgemeinen Erfahrungen über den Werth des Eiweisses gehörig beachtet. Wir sind eben damit beschäftiget, den Respirationsapparat für Verrichtung messbarer Arbeit und für Calorimetrie einzurichten, und hoffen, dass es uns gelingen wird, die immerhin nicht ganz leichte Aufgabe zu lösen.

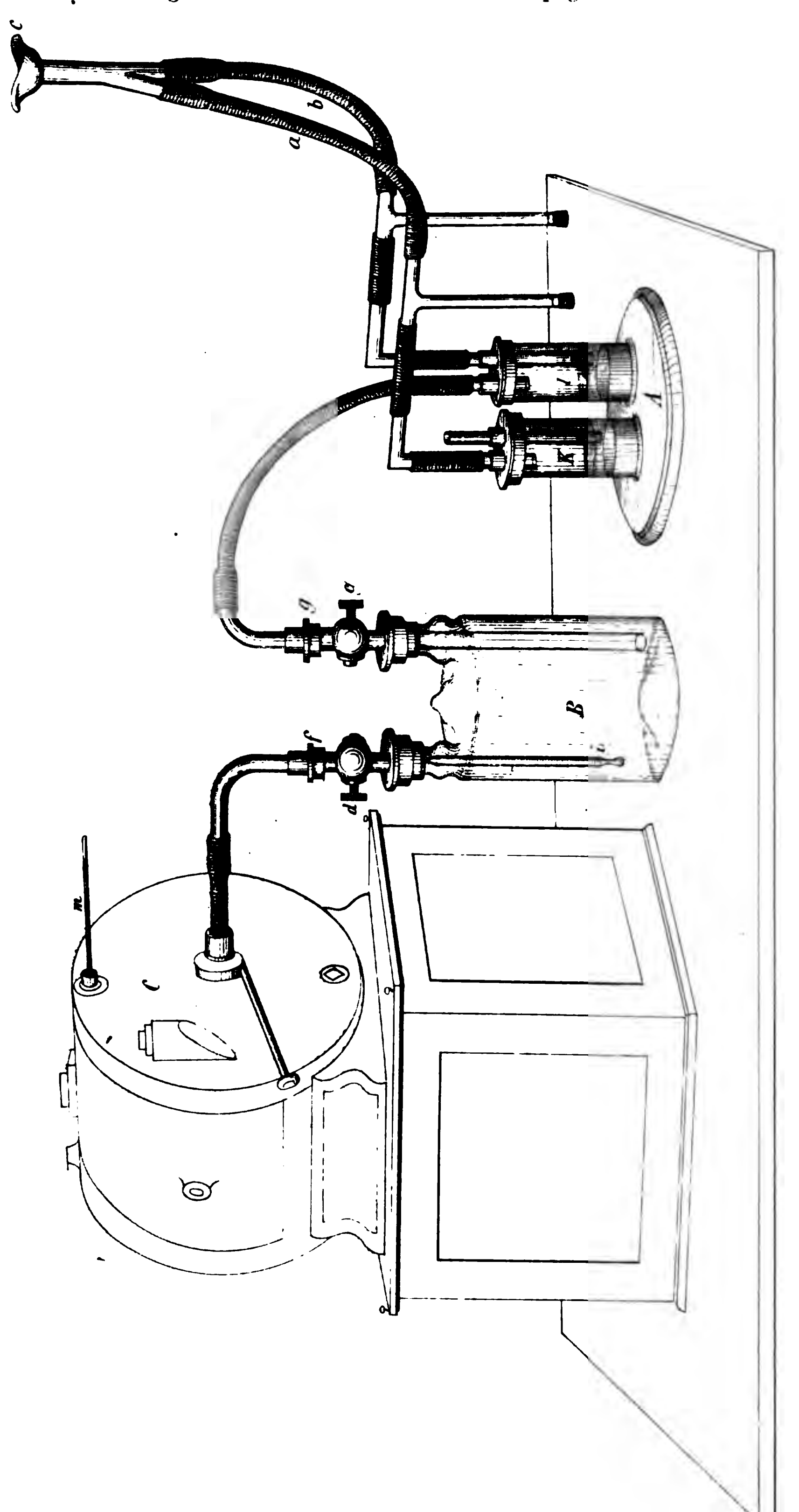
Druckfehler im Jahrgang 1866.

Seite 278 Zeile 8 von oben lies „gleich viel“ statt „sowie“.
„ 278 „ 11 „ „ lies „undenkbar“ statt „unentscheidbar“.
„ 494 letzte Zeile letzte Zahl lies 866.9 statt 448.8.

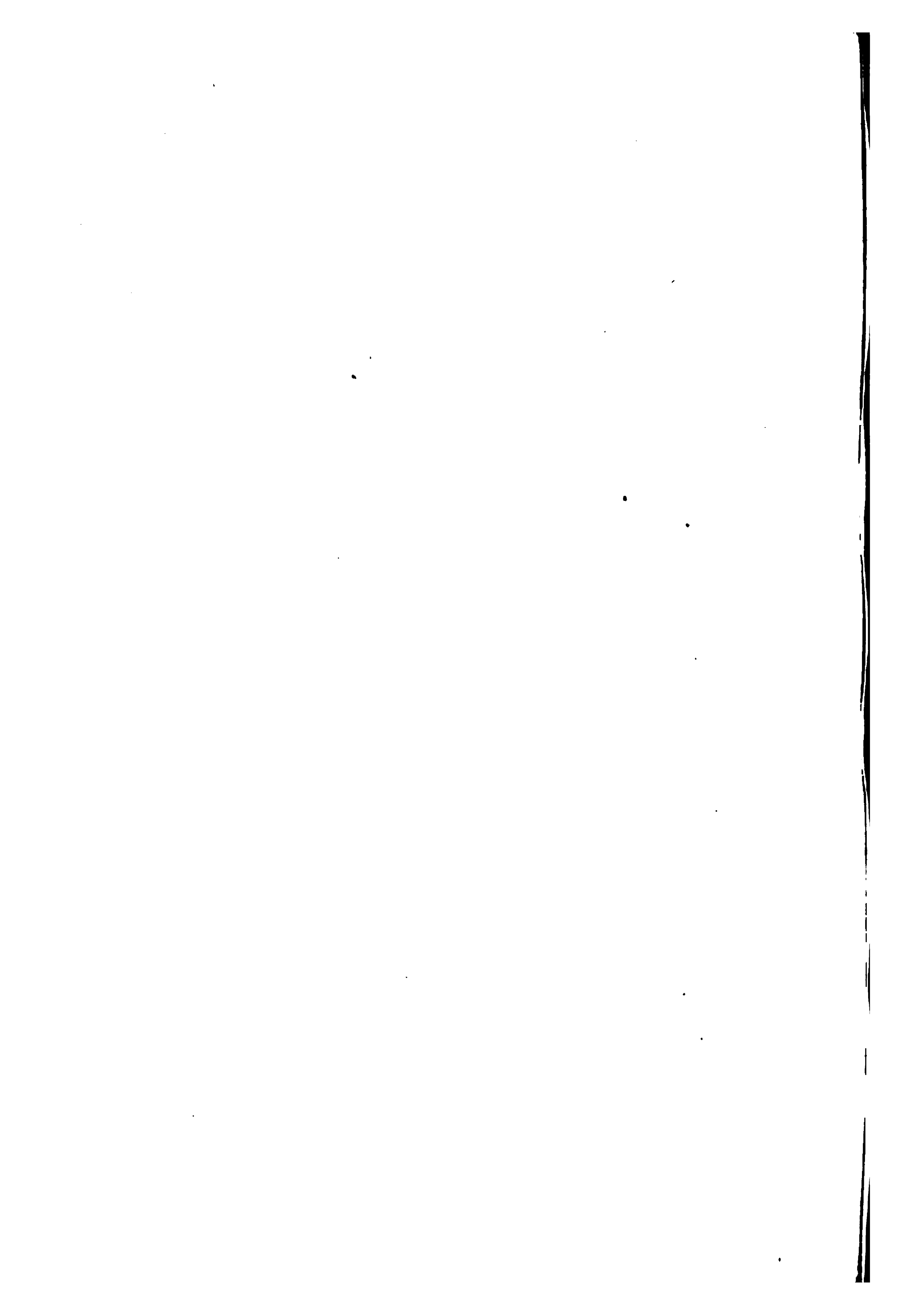
vorgekommenen Erkrankungen an Cholera.

ignten.

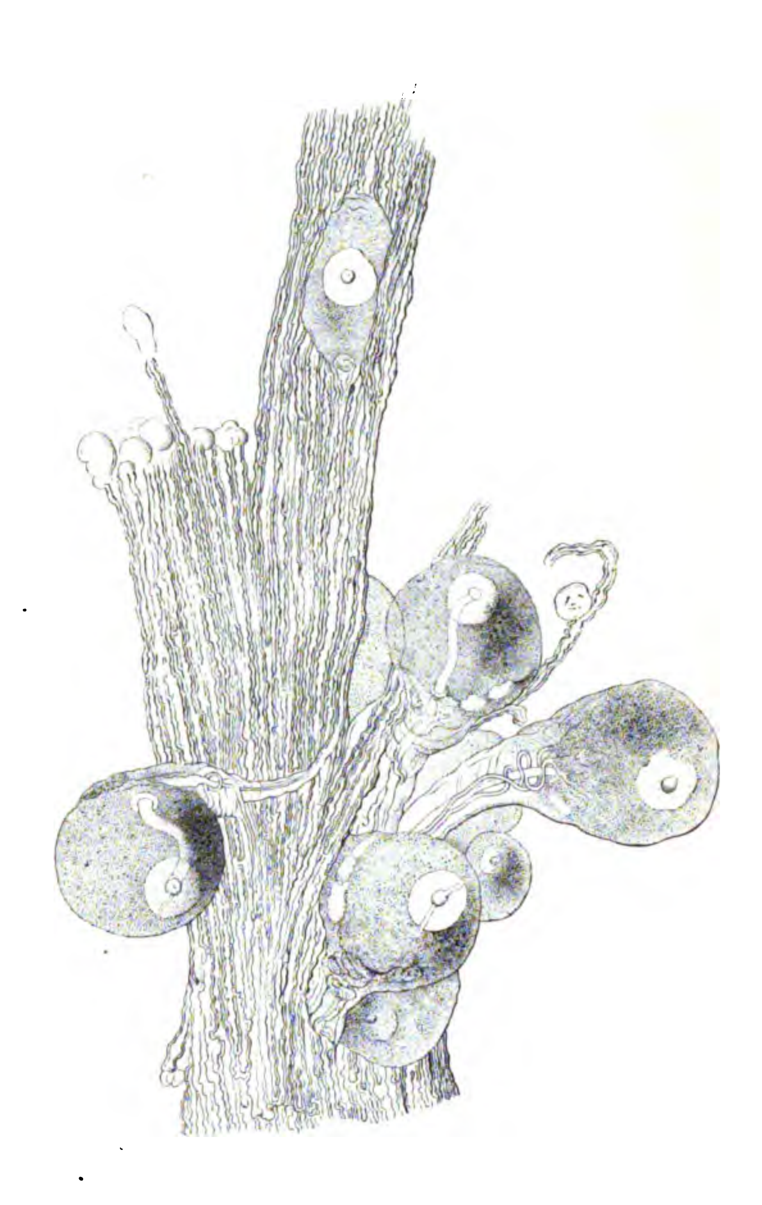
N	o	v	e	m	b	e	r.						D	e	z.	
6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	Dez. 2	Dez. 4	Dez. 6	Dez. 8
		712		759		578		604	604	604	604[b]	604	604		604	
								604	604	581	604[b]	604	604			
								604	604	604						
								604	604	604						
								604	604	604[b]						
								604	604	604[b]						
								604	604	604[b]						
									604	604[b]						
									604							
									604							
									604							
									604							
									604							



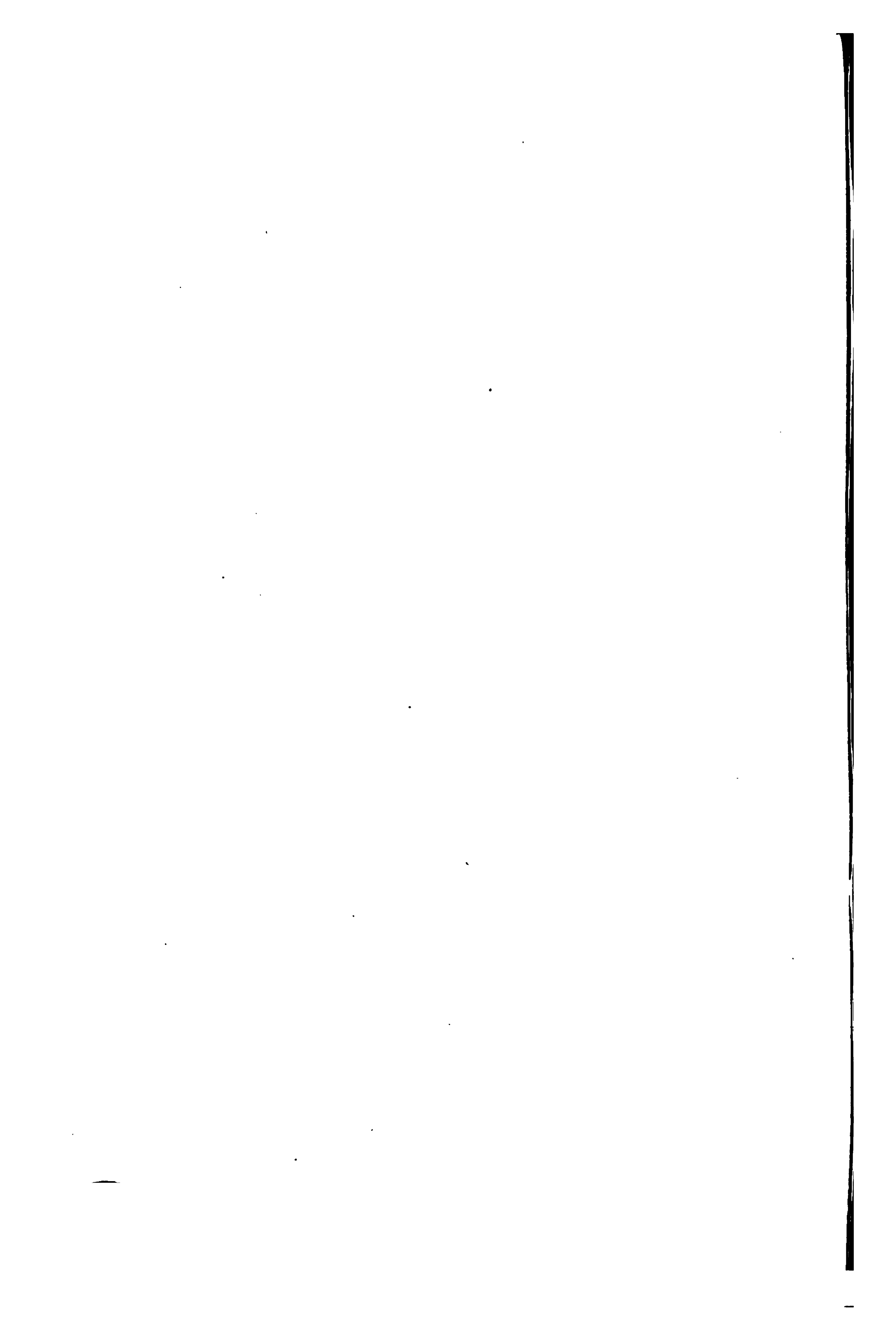
zur Abhandlung von H. Lossen.



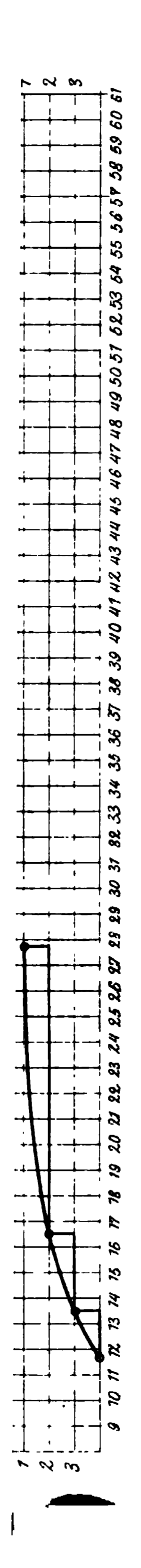
Zeitschrift f. Biologie. Band II zu pag. 271.



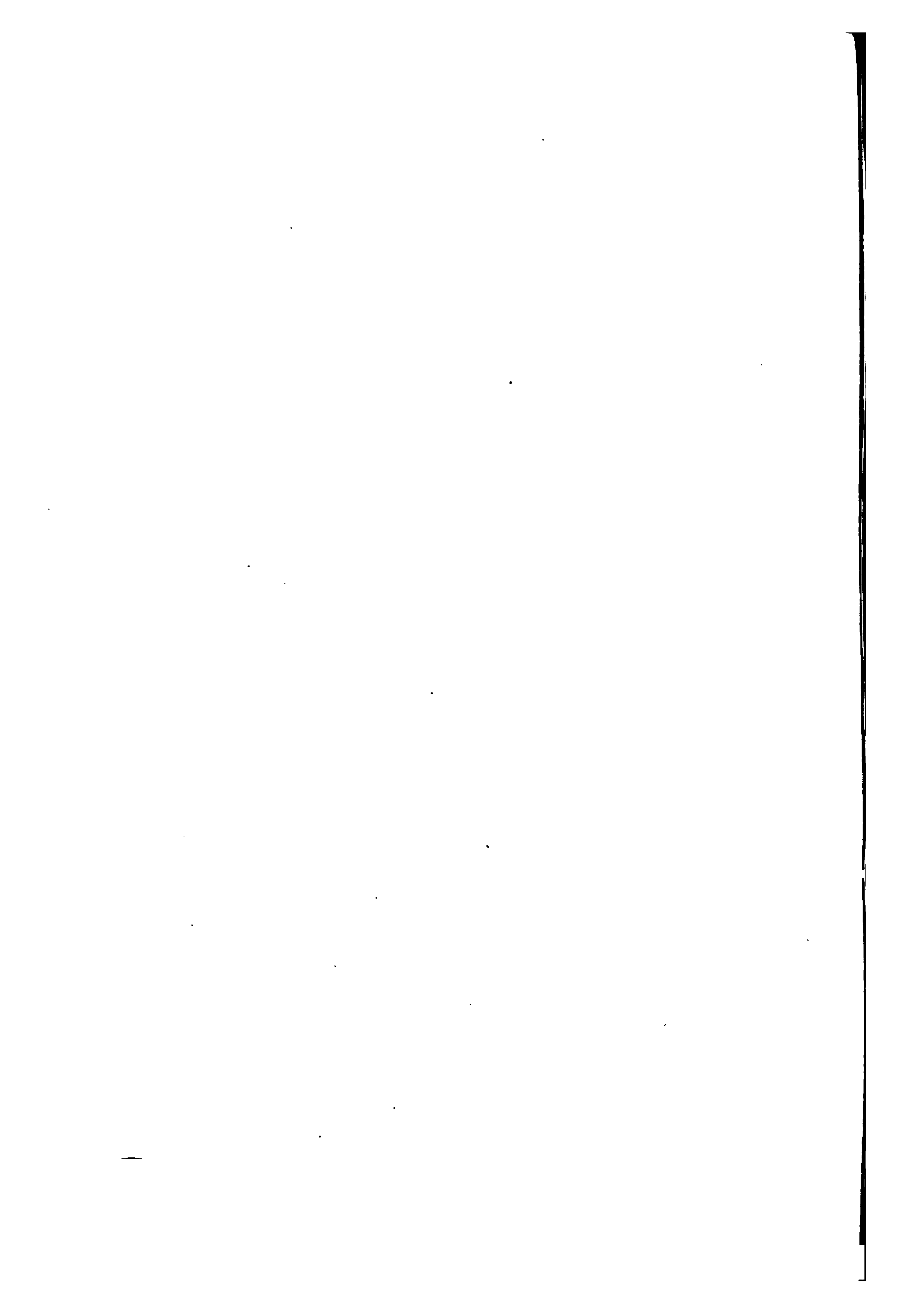
Kollmann del.



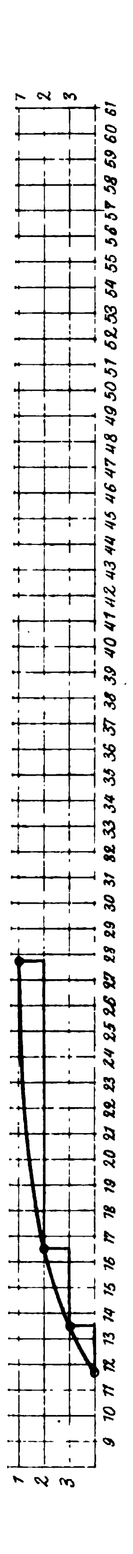
Tafel IV.

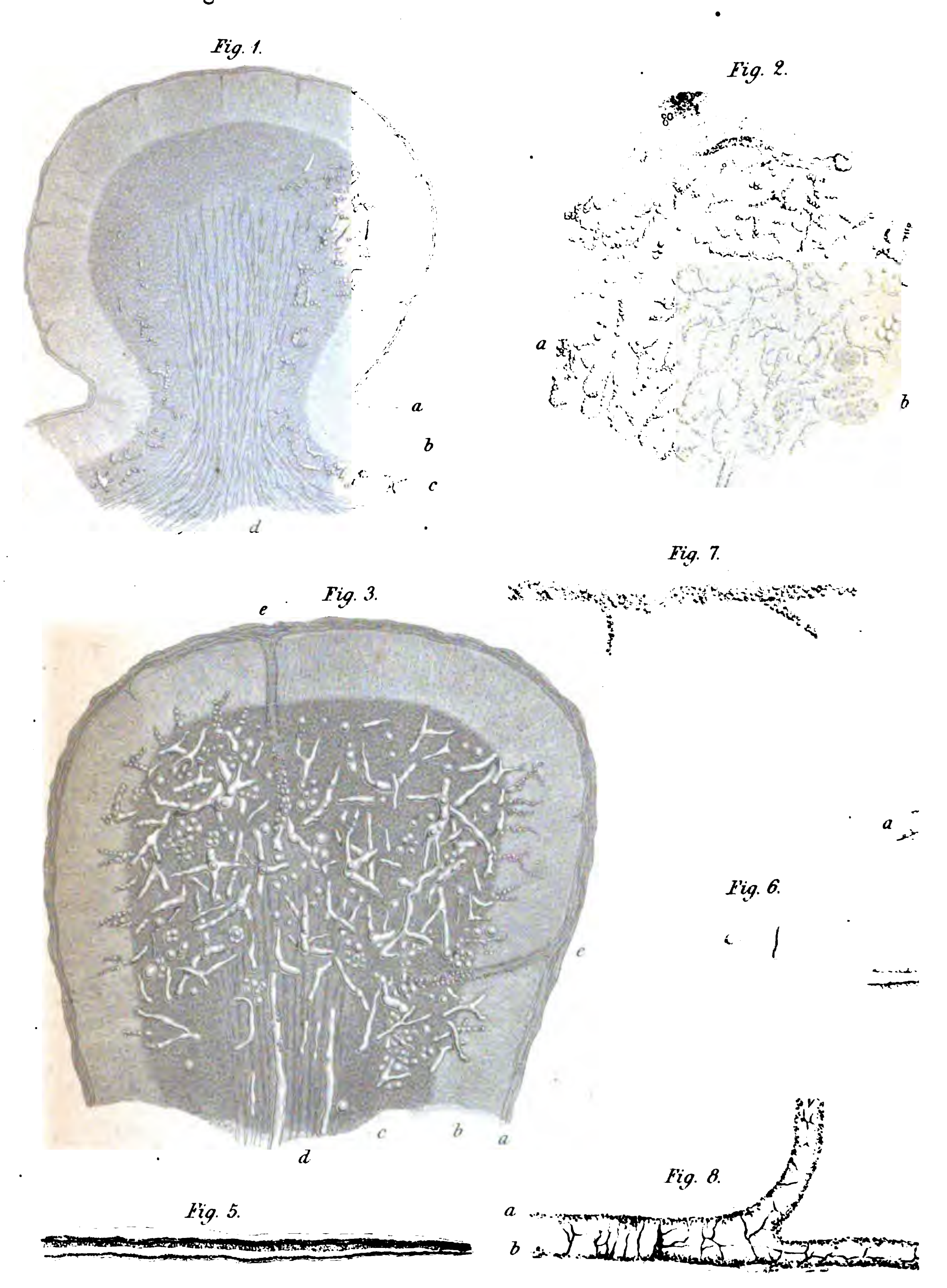


1
2
3
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61

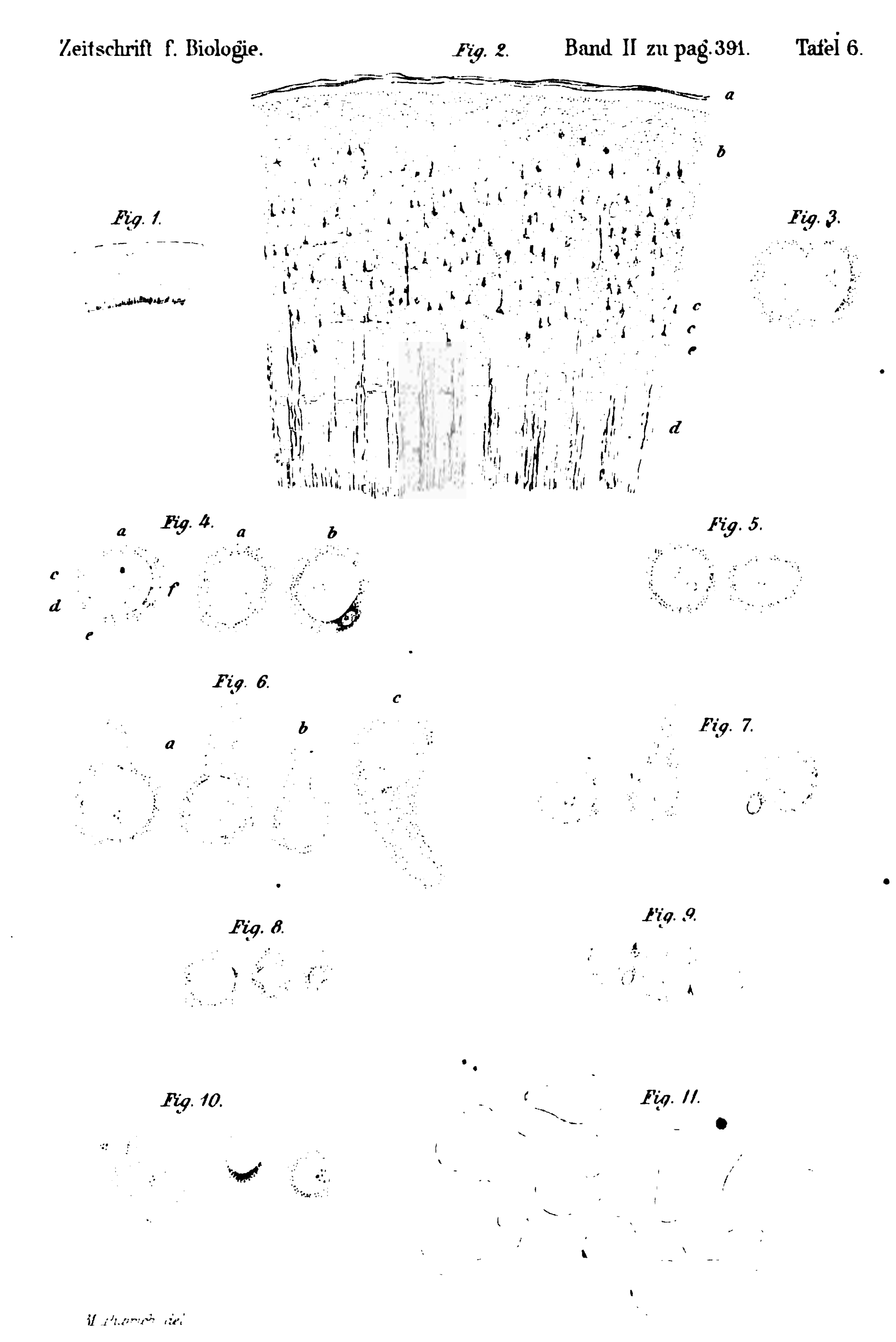


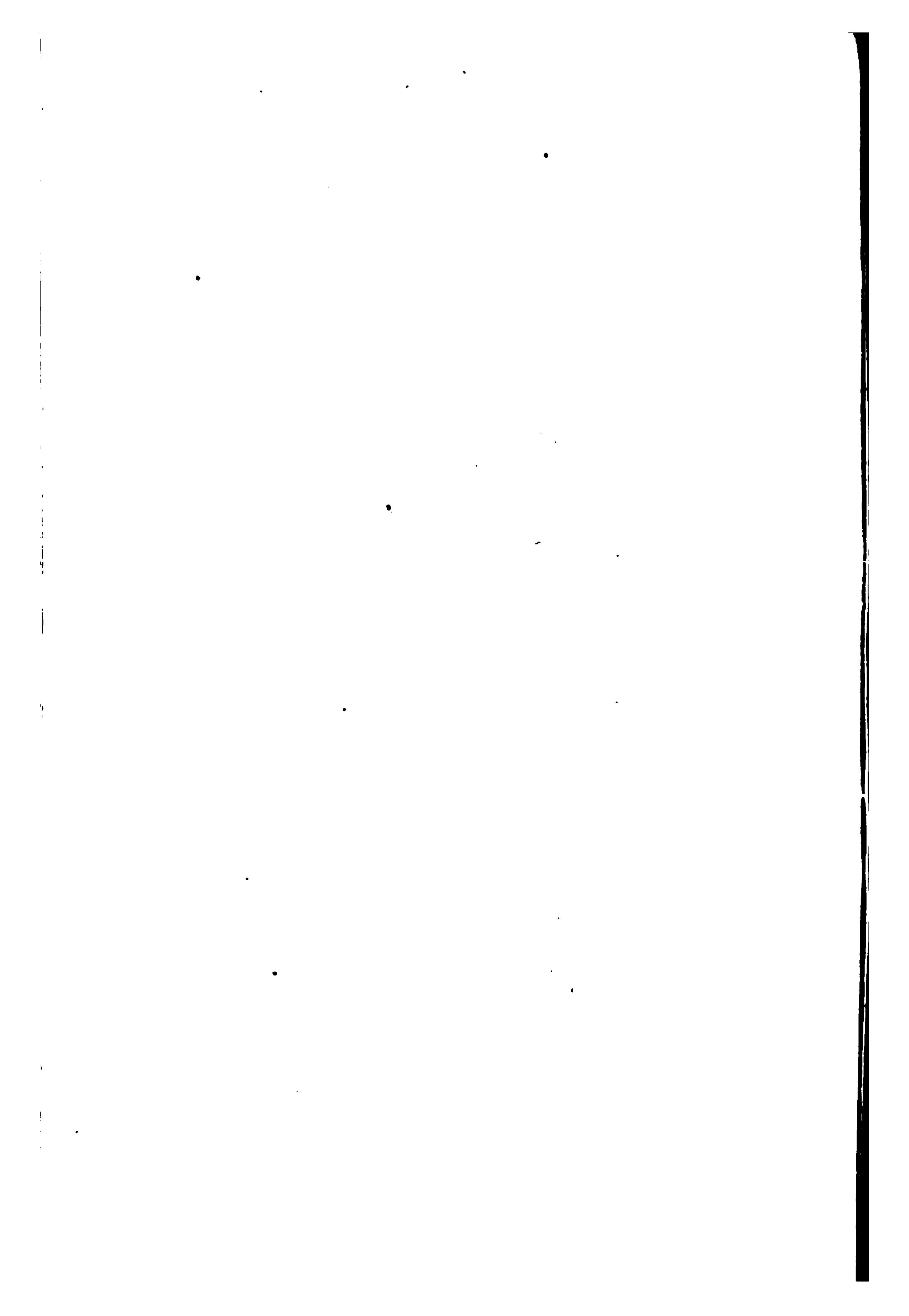
Tafel IV.



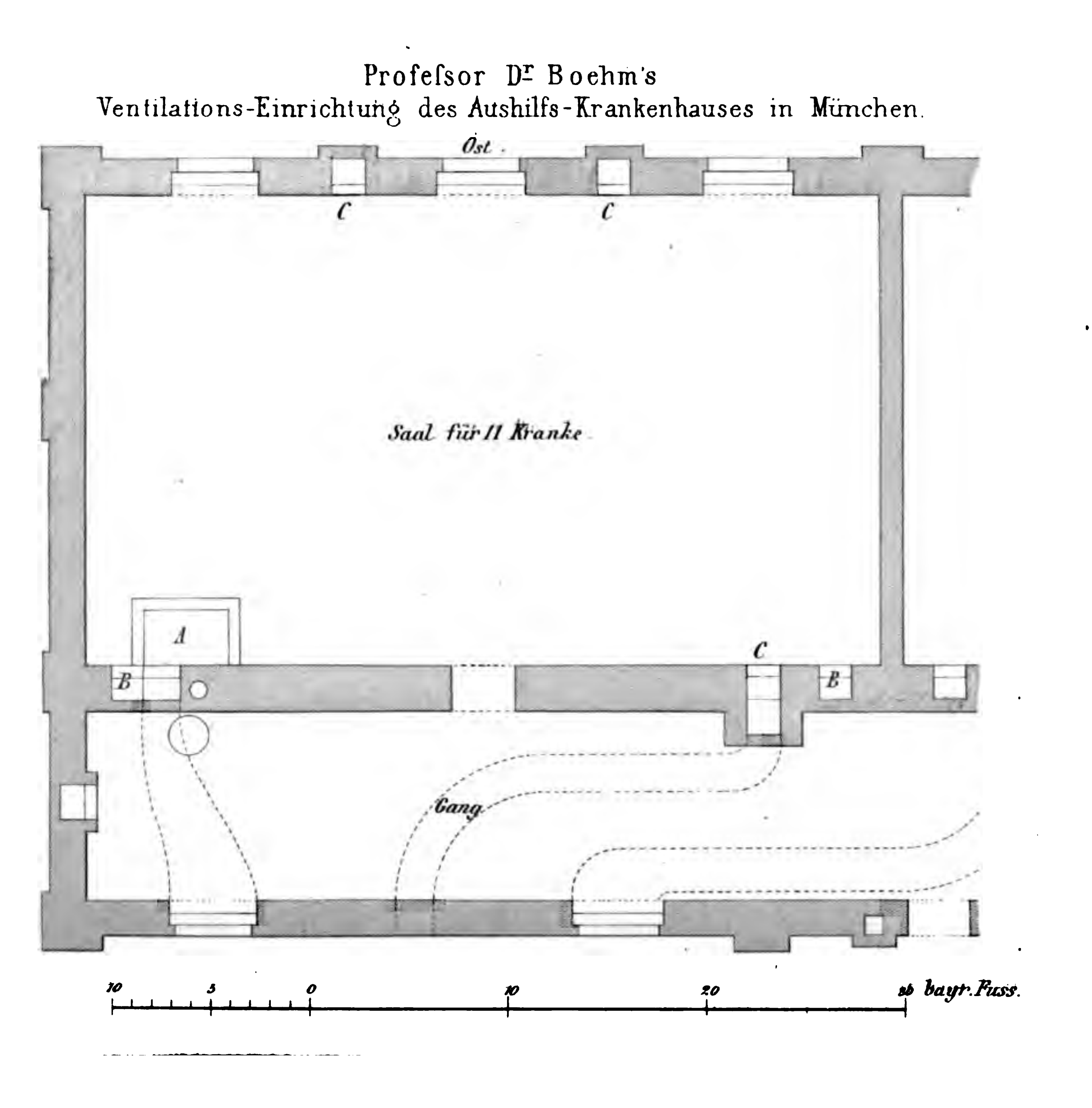


M Hubrich del.


Fig. 1.
Fig. 2.
a
b
c
c
e
d
Fig. 3.
Fig. 4.
a
a
b
c
d
e
f
Fig. 5.
Fig. 6.
a
b
c
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.

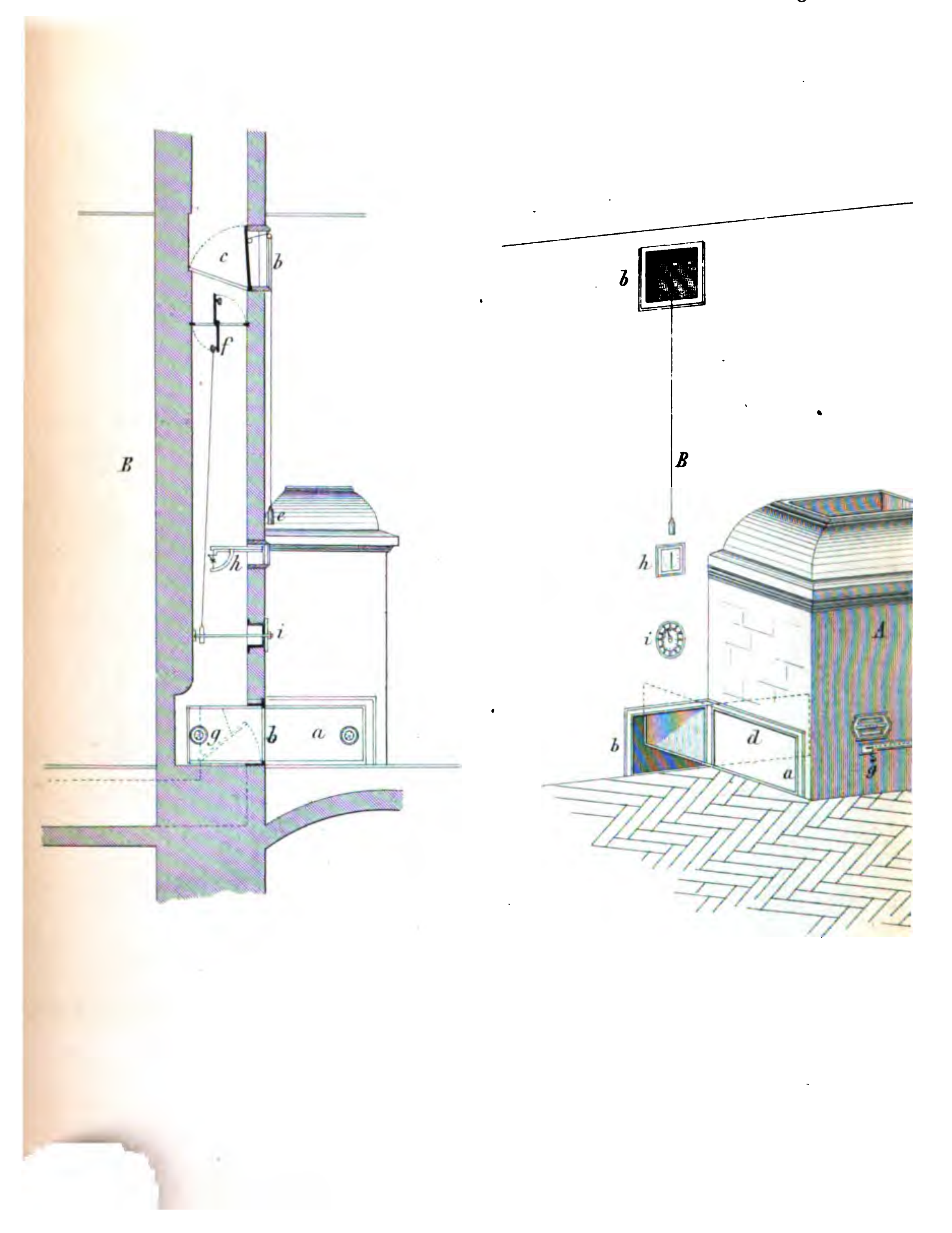


Professor Dr Boehm's
Ventilations-Einrichtung des Aushilfs-Krankenhauses in München.



Professor D

Ventilations-Einrichtung des Aush



:hm's

rankenhauses in München.

